KRITISCHE GESCHICHTE DER LEHRE VON DER FETTBILDUNG.

(EINE VON DER KÖNIGL. LANDWIRTSCHAFTLICHEN HOCHSCHULE ZU BERLIN GEKRÖNTE PREISSCHRIFT.)

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

EINGEREICHT VON

SELIK SOSKIN

AUS **TSCHURUBASCH** IN RUSSLAND.

MERSEBURG.
BUCHDRUCKEREI VON FRIEDRICH STOLLBERG.
1894.

Referent: Professor Dr. Heinrich.

Sonder-Abdruck aus „Journal für Landwirtschaft“ Band 42.

Seinem Freunde

Dr. Heinrich Loewe

in Liebe gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist eine Umarbeitung der von der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin gekrönten Preisschrift des Verfassers unter dem Titel „Die wichtigsten Arbeiten über die Entstehung des Fettes im tierischen Körper sollen, beginnend mit denen Liebigs in seinen Annalen Bd. 48 und 54, kurz referiert und kritisch besprochen werden, um daraus unser heutiges Wissen über Fettmast abzuleiten".

Den Titel änderte Verfasser auf Vorschlag seines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. N. Zuntz (Berlin), in „Kritische Geschichte der Lehre von der Fettbildung" um. Die Arbeit behandelt die Frage der Fettbildung, indem sie sich an die zeitliche Aufeinanderfolge der darüber erschienenen Aufsätze hält. Da aber ein genaues Beobachten der chronologischen Reihenfolge bisweilen den Zusammenhang in der Entwicklung der Frage zerrissen hätte, so konnte man nicht umhin, gewisse, unter sich mehr zusammengehörige Unterfragen, wie die der Wachsbildung oder die der Ablagerung von Nahrungsfett, als ein Ganzes zusammenzufassen.

Es empfahl sich noch, am Schlusse der Arbeit eine Zusammenstellung der Litteratur über die Frage der Fettbildung im tierischen Körper und über damit verwandte Fragen beizufügen, auf welche die in Klammern stehenden Zahlen des Textes (1—159) hinweisen.

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553622_0198

Bei allen wissenschaftlichen Problemen, die eine grössere Litteratur geschaffen haben, empfiehlt es sich, zu gewissen Zeiten, nach Abschluss einer Entwickelungsperiode in der Forschung oder nach Einfügung neuer Gesichtspunkte, unter denen man die Frage betrachtet, die von Anfang an gewonnenen Resultate dadurch zusammenzufassen, dass man in einem historischen Rückblick die Frage in ihrer Entwickelung vor Augen führt. Denn jede Geschichte einer Wissenschaft oder wissenschaftlichen Frage umfasst nicht nur das früher Gewonnene, sondern ist schon jedesmal die Grundlage und eine Stufe zur weiteren Entwickelung.

Die Frage der Fettbildung ist unzweifelhaft ein sehr wichtiges, wissenschaftliches Problem von eminenter Bedeutung für das praktische Leben. Und als solches hat sie schon seit Jahren die Aufmerksamkeit und den Fleiss vieler Naturforscher auf sich gelenkt. Die Ergebnisse der Forschung auf diesem Gebiete bilden eine sehr umfangreiche Litteratur, welche nicht ohne Schwierigkeiten zu übersehen ist.

Wohl finden sich in zahlreichen Veröffentlichungen kurze litterarische Übersichten, auch hat Wollny im Jahre 1870 versucht, die Thatsachen in ihrer historischen Aufeinanderfolge zu betrachten, aber eine vollständige Geschichte der Frage fehlte bisher. Jetzt, wo die Frage anscheinend einen Abschluss erreicht hat, sicher jedoch in eine neue Phase der Entwickelung tritt, erscheint eine solche am Platze, und nicht ohne Bedeutung, wenn man besonders bedenkt, wie umfassend die einschlägige Litteratur ist.

Wie auf vielen anderen Gebieten, so brachte Liebig auch hier eine ganz neue, der allgemein giltigen Auffassung widersprechende Anschauung. Und der grossen Bedeutung der Frage entsprechend war der Kampf Liebigs mit den Verfechtern der alten Lehre sehr schwer.

Im Jahre 1742 zuerst von Beccaria in Bologna ausgesprochen, hatte die Ansicht, dass die Tiere die sie aufbauenden Substanzen schon als solche aus dem Pflanzenreiche aufnähmen, viele Anhänger gefunden, unter denen auch Prout in England zählte, und in Frankreich Dumas, gerade zur Zeit Liebigs (1842), sich besonders hervorthat. Speziell die tierischen Fette hatten nach dieser Ansicht ihren Ursprung in denen der Pflanze. Was von den Pflanzenfetten nicht verbrannt wird, kann als Fett angesetzt werden. Eine andere Quelle der Fettbildung wäre undenkbar. Dieser tiefeingewurzelten Anschauung trat nun Liebig im Anfange der vierziger Jahre in mehreren Arbeiten entgegen. Er macht zunächst (73) auf die Beziehungen der stickstoffhaltigen Bestandteile der Nahrung zu denjenigen des tierischen Organismus aufmerksam und zieht aus der Thatsache, dass die Fleischfresser in ihrer Nahrung keinen Zucker, Amylon oder Gummi aufnehmen, die Folgerung, dass „diese Materien zur eigentlichen Ernährung, nämlich zur Blutbildung, nicht erforderlich“ seien. Da ferner die stickstoffhaltigen Bestandteile der Pflanze eine den Blutbestandteilen ähnliche Zusammensetzung haben, so folgt daraus, dass auch im Körper des Pflanzenfressers die stickstoffhaltigen Bestandteile der Nahrung die zur Erzeugung von Albumin notwendigen Elemente enthalten. Bei normalem Lebensprozesse verlassen Zucker, Amylon und Gummi den Körper in Form von Kohlensäure und Wasser, dienen also als Respirationsmittel zur Erzeugung von Wärme. Wird aber der Respirationsprozess durch Mangel an Bewegung oder erhöhte Temperatur verlangsamt, so häuft sich unter diesen Bedingungen im Körper des Pflanzenfressers Fett an. „Das Fett muss daher seinen Ursprung den N-freien Nahrungsmitteln verdanken, deren Kohlenstoff in Form von Fett im Körper bleibt, wenn es an dem zu seiner Verwandlung in Kohlensäure nötigen Sauerstoff fehlt“ (73). So lautete Liebigs neue Lehre.

Die Vorgänge bei der Gärung und Fäulnis schienen für Liebigs Ansicht zu sprechen. Es sei mit Gewissheit dargethan, sagt Liebig, „dass aus Zucker und Amylon durch ein blosses Austreten von Sauerstoff oder von Kohlensäure Verbindungen entstehen, die, wie der Äther und das Fuselöl, in ihren Eigenschaften den Fetten näher stehen, wie alle anderen bekannten Verbindungen.“

Nicht minder sprach für Liebigs Ansicht die von Gundlach und Huber bewiesene Thatsache der Wachsbildung im Körper der Bienen bei Fütterung mit wachsfreiem Honig.

In einer Note zu der Abhandlung Liebigs über die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel des Pflanzenreichs, welche in den Annal. de chim. et de physiq., 3. Série, T. IV, p. 208 abgedruckt war, macht Dumas auf die von Boussingault und ihm aufgestellte Regel aufmerksam, nach der die Tiere, welcher Art sie auch seien, nicht imstande wären, Fett oder die ihren Organismus aufbauenden Materien überhaupt zu erzeugen, sondern sie schon in fertigem Zustande den Pflanzen entnähmen. Liebig betont demgegenüber, dass er zwar das Nahrungsfett als Quelle der Fettablagerung im Tierkörper stets anerkannt habe, es sei aber nichts davon bekannt, dass im Grase Butter, in den Kartoffeln, in der Gerste oder im Hafer Ochsentalg, Schweineschmalz oder Gänsefett enthalten wären. Die diesbezüglichen Analysen dieser Pflanzen ergaben nur, dass darin kleine Mengen von wachsartigen Stoffen enthalten sind, denen Liebig keinen oder einen nur sehr unbedeutenden Anteil an der Fettbildung zuschreibt. Die Erfahrungen der Ärzte, dass zur Fettbildung Nahrungsmittel, die an Zucker, Amylon und anderen ähnlichen Substanzen reich sind, mit Erfolg verwendet werden, sowie besonders die Wahrnehmungen der Landwirte bei der Mast mit Reis, Mais, Erbsen, Linsen, Kartoffeln und Runkelrüben seien imstande, seine Behauptung zu rechtfertigen. Viele Analysen hätten einen nur geringen Gehalt dieser Pflanzen an Fett ergeben. Liebig versucht durch eine Überschlagsrechnung die Unhaltbarkeit der Behauptung Dumas' und Boussingaults zu demonstrieren. Drei einjährige Schweine lassen sich, sagt er, in 13 Wochen mit 1000 Pfd. Erbsen und 6825 Pfd. frischgekochten Kartoffeln (= 1638 Pfd. getrockneten Kartoffeln) vollkommen ausmästen. Nach den Angaben eines Metzgers nimmt jedes binnen dieser Zeit 80—90 Pfd. an Gewicht zu und enthält alsdann bei einem Lebendgewichte von 160—170 Pfd. 50—55 Pfd. Fett. In den genannten Rationen wurden aber nur 27 Pfd. Fett (21 Pfd. in den Erbsen und 6 Pfd. in den Kartoffeln) gereicht; es sind mithin 123—138 Pfd. mehr gewonnen, als die Nahrung enthalten hatte. Ebenso wird an einem Versuche Boussingaults gezeigt, dass der Fettgehalt der Kuhmilch den der Nahrung bei weitem übertrifft. Boussingault

fütterte 11 Tage lang eine Kuh täglich mit 38 kg Kartoffeln und 3.75 kg gehacktem Stroh. Während dieser Zeit lieferte die Kuh 54.61 l Milch mit 2284 g Butter. Die Nahrung aber enthielt nur 634 g in Äther lösliche Substanzen (291 in den Kartoffeln und 343 im Stroh). Ein zweiter Versuch Boussingaults, ebenso gedeutet, lässt 2365 g Butter aus der Milch unerklärt; dies aber unter der Annahme, dass das Nahrungsfett zur Butterbildung wirklich verwendet wurde. Da aber das von den Tieren in der Nahrung genossene Fett in den Exkrementen „fast ganz in derselben Menge" wieder erscheint, so rührt das tierische Fett nicht von dem Fett der Nahrung, sondern im grossen und ganzen von anderen Bestandteilen derselben her. Dumas' Prinzip liesse sich darnach so deuten, dass zwar nichts im Tierkörper erzeugt werde, wohl aber die in der Nahrung gebotenen Stoffe in andere umgewandelt werden. Der Organismus bildet nichts, wenn ihm von aussen nichts zugeführt wird.

Diese Beweise Liebigs riefen einen noch heftigeren Angriff seitens der französischen Chemiker hervor. Schon in demselben Jahre, bald nach dem Erscheinen von Liebigs Aufsatz im 75. Bande seiner Annalen, veröffentlichten Boussingault, Dumas und Payen (15) eine Zusammenstellung ihrer Meinungen über die Fettbildung. Es werden damit die Ansichten von Liebig verglichen und die Ergebnisse der Vergleichung in 8 Punkten zusammengefasst. Wie Liebig gleich darauf zeigt (74), enthält dieser Artikel einen Beweis dafür, dass man Liebigs Ansichten teils nicht verstand, zum grössten Teil aber nicht verstehen wollte. In der genannten Arbeit versuchen die Verteidiger der alten Lehre von der Fettbildung noch einmal darzuthun, dass in der Nahrung des Pflanzenfressers genügend Fett enthalten ist, um den Bedarf für den Fettansatz im Körper zu decken. Die Wachsabsonderung durch die Bienen bei Fütterung mit Honig und Zucker allein geschehe analog der Milcherzeugung bei einer Amme, welche in ihrer Nahrung zu wenig Fett und Proteïn erhielte und daher die eigene Körpersubstanz dazu verwendete. Liebigs Versuch an einer Gans, welche, mit 12 kg Mais gefüttert, 1750 g Fett ansetzte, widerspräche nicht ihrer Behauptung, da die Maismenge bei einem Gehalt des Mais von 7.5—9 % Fett die angesetzte Fettmenge zu decken imstande sei. (Nach Liebig aber enthält der Mais nur höchstens 5 % Fett und deckt nur 903 g.) Sie führen ferner an, dass eine

Kuh im Durchschnitt aus 100 kg trockenem Heu 42 kg Milch mit 1.5 kg Butter liefert, während das Heu bei einem Gehalte von 2 % Fett sogar 2 kg Butter liefern könnte. Zur Entscheidung der Frage stellte Boussingault Versuche an Milchkühen an. Zu einem solchen dienten 7 Kühe, welche während eines vollen Jahres 17576 l oder 18191 kg Milch mit 673 kg Butter lieferten. Das Futter, welches aus 38325 kg Heu bestand, enthält bei 1.8 % Fett 689 kg Fett. Ausgenommen, dass im Heu 2 oder 3 % Fett enthalten sind, so ist die zugeführte Menge von Fett gleich 766 oder 1149 kg. Verff. meinen aber, dass im Heu noch mehr Fett gereicht wurde, so dass zur Produktion von 67 kg Butter eine Menge von Heu verfüttert werden muss, welche in sich 69 kg, wahrscheinlich aber 100 und noch mehr Fett enthält (S. 90—91). Ein zweiter Versuch wurde von Boussingault an einer Kuh angestellt (ebendas. S. 92), deren Exkremente ebenfalls untersucht wurden, während sie im ersteren Falle unberücksichtigt blieben. Die Kuh erhielt täglich 7.50 kg Heu, 4.50 kg Strohhäcksel und 27.00 kg Rüben. Sie produzierte im Durchschnitt von 8 Tagen täglich 6.03 l Milch. In 4 Tagen (24.—27. Januar) wurden in der Milch 915 g Butter (bei 3.7 %) geliefert. Die Nahrung enthielt 1614 g Fett. Wird davon die in den Exkrementen gefundene Menge von 498 g abgezogen, so bleiben zur Deckung der 915 g in der Milch 1116 g Fett. Dies ist der positive Teil der Abhandlung von Boussingault, Dumas und Payen. Am Schlusse derselben werden die oben erwähnten 8 Punkte gegen Liebig gebracht. Es werden darin Liebig Behauptungen unterstellt, die er nie geäussert hat, und gegen die er sich mit Entrüstung verwahrte. Wir wollen aber hier nicht auf diesen weniger wissenschaftlichen als persönlichen Streit Liebigs mit Boussingault, Dumas und Payen eingehen. Liebigs Abhandlung in Bd. 48 seiner Annalen enthält die in sehr scharfem Ton gehaltenen Erwiderungen auf die erwähnten 8 Punkte. Es werden darin die Widersprüche geschildert, in welche sich seine Gegner zu oft verwickeln.

Doch fingen die letzteren allmählich an, sich zu Liebigs Theorie der Fettbildung zu bekennen. Zunächst thaten dies Dumas und Milne-Edwards, welche noch im Jahre 1843 kurz vor

dem Erscheinen von Liebigs Erwiderung auf die 8 Punkte ihre Versuche über die Wachserzeugung bei den Bienen bekannt machten, und schliesslich folgten im Jahre 1845 auch Boussingault und Payen diesem Vorgange. Dumas und Milne-Edwards (16) stellten ihre Versuche an Bienen in der Weise an, dass der Fettgehalt derselben zuerst vor dem Versuche, welcher in einer Fütterung mit reinem Honig oder Zucker bestand, und alsdann nach dem Versuche bestimmt wurde. Haben die Bienen nichts von ihrem Körper eingebüsst, so muss das von ihnen gebildete Wachs vom verzehrten Zucker herrühren. Der erste Versuch sprach allerdings nicht für Liebigs Ansicht. Die Bienen hatten 4.284 g Waben mit 3.5 g Wachs gebildet, so dass jede von den 5615 Bienen nur 0.5 mg Wachs lieferte, während ihr Körper nach der Bestimmung vor dem Versuche schon 2 mg enthielt. Dieser Schwarm war mit Farinzucker gefüttert worden. Zu einem 2. Versuche dienten 4 Schwärme, welche allein mit Honig gefüttert wurden. 3 Schwärme produzierten gar kein Wachs. Nur der 4. ergab ein günstiges Resultat. Dieser Schwarm von 1788 Arbeiterinnen enthielt bei einem Gesamtgewicht von 155.5 g 3.218 g Fett (nach einer an einer Probe gemachten Analyse). Während der 32 Tage der Versuchsdauer verzehrten die Bienen 834.889 g Honig mit 0.667 g Fett, und produzierten 11.515 g Wachs. Jede Biene produzierte also 0.0064 g Wachs. Die Bienen enthielten im Durchschnitt am Anfang des Versuches 0.0018 g Fett, am Schluss dagegen 0.0042 g, zugleich war auch ihr Körpergewicht von 0.087 auf 0.106 g gestiegen. Es ist also klar, dass die Bienen das Wachs aus dem Zucker gebildet haben müssen. Im Honig hat jede Biene nur 0.00038 g aufgenommen. Jede Biene hat also 0.0084 g Wachs in 32 Tagen aus Honig neu gebildet. Dumas und Milne-Edwards erkennen infolgedessen die Richtigkeit der Versuche von Huber und Gundlach an und geben ihrer Freude Ausdruck, dass schliesslich die Zweifel in der Frage beseitigt seien.

Im Jahre 1844 versuchte Boussingault noch einmal (7), seine Ansicht aufrecht zu erhalten. Er wendet sich zunächst gegen die von Playfair mitgeteilten Beobachtungsresultate, welche die Liebig'sche Theorie stützen. Er zeigt, dass der Fettgehalt des Futters in 2 Fällen zur Deckung des Milchfettes wohl ausreiche; in den 2 anderen Versuchen dauerte die

Versuchszeit nur je 24 Stunden. Deswegen seien diese Versuche nicht beweisend. Er teilt hierbei die Ergebnisse neuer von ihm angestellter Versuche mit, in welchen Kühe verschiedenes Futter bekamen: einmal Rüben, das andere Mal Heu und schliesslich Kartoffeln. Im ersten Falle reichte das Nahrungsfett nicht aus, um den Fettgehalt der Milch zu erklären. 2 Kühe lieferten 209 kg Milch, worin 8.31 kg Fett waren, während 14 Tage, in welchen sie 2181 kg Rüben mit nur 2.18 kg Fett bekamen. Ausserdem waren im Kot (41.5 kg) 1.45 kg Fett enthalten. Auf diese Weise fehlte in der Nahrung 7.58 kg Fett. Ein ähnliches Resultat ergab die Fütterung mit Kartoffeln. Die 2 Kühe lieferten 128 kg Milch mit 5.61 kg Butter, im Kot (85 kg) wurden 0.51 kg Fett ausgeschieden, während das Futter, aus 1077 kg Kartoffeln bestehend, nur 2.15 kg Fett enthielt. Auch hier kommt ein Defizit von 4.01 kg Fett zum Vorschein. Dieses negative Ergebnis wird durch Boussingault auf die Weise erklärt, dass Kartoffeln und Rüben infolge ihrer grossen Armut an Fett eine sehr ungenügende Nahrung sind, so dass die Tiere, wie das die Wägungen auch zeigten, an Gewicht bedeutend verloren. Das Milchfett wurde also auf Kosten ihres eigenen Körpers gebildet. Dagegen ergab die Fütterung mit Heu, welches hinreichend Fett enthält, ein sehr günstiges Resultat. In 15 Tagen wurde den Kühen 472.0 kg Heu mit 16.52 kg Fett verfüttert. Es wurden von ihnen 159.2 kg Milch mit 8.03 kg Butter geliefert; die 154.0 kg Kot enthielten 5.08 kg Fett. Das Nahrungsfett war also im Überschuss von 3.41 kg vorhanden. Ausserdem nahmen die Tiere während dieser Periode nicht unerheblich zu. Auf diese Versuche gestützt, blieb Boussingault bei seiner von ihm so lange und mit solchem Eifer verteidigten Lehre.

Es wurden aber immer neue Stimmen für Liebig laut. So hat M. Persoz (98) 1844 die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Mästung von Gänsen veröffentlicht. Zum Mästungsversuch dienten 10 Gänse. Vor dem Versuche wurden sie einer 12stündigen Inanition unterworfen; alsdann wurde eine Gans, als Kontrolltier, geschlachtet. Die übrigen 9 Gänse wurden mit Mais gefüttert, und zwar bekam jede 494 g Mais täglich. Die gemästeten Tiere enthielten, wie das Schlachten erwies, 798 g Fleisch, während die mageren 881 g Fleisch an ihrem Körper hatten. Ein Teil des angesetzten Fettes muss

sich aus der Stärke gebildet haben, da das Fett im Mais nicht die gesamte Menge des angesetzten Fettes zu decken imstande war. Es wurden auch vom Verf. Gänse mit einem Futter gefüttert, welches kein Fett enthielt, wie z. B. mit entfettetem Mais, mit Kartoffeln, Stärke und Zucker, und die Tiere setzten nicht unerhebliche Mengen von Fett an. Gestützt auf alle diese Ergebnisse, kommt Persoz zu dem Schlusse, dass sich sehr wohl aus Kohlehydraten Fett bildet. Ungeachtet der schon bekannten und revidierten Versuche von Gundlach und Huber über Wachsbildung der Bienen, von Playfair über Milcherzeugung bei den Kühen und von Persoz über die Mästung der Gänse hat sich Boussingault noch einmal der Mühe unterzogen, Versuche zur Lösung der Fettbildungsfrage anzustellen. Diese Bemühungen Boussingaults, trotz der von ihm selbst beigebrachten experimentellen Beweise gegen Liebigs Ansichten durch neue Versuche der Sache auf den Grund gehen zu wollen, können nur für den redlichen Sinn Boussingaults sprechen, mit dem er diese wissenschaftliche Frage behandelte. Er bekannte sich zwar auch zu der Ansicht Liebigs gleich seinen Kollegen Dumas, Milne-Edwards und Payen, aber erst, nachdem seine eigenen mühevollen Versuche ihn von der Richtigkeit derselben überzeugten. In einem vorläufigen Schreiben (8) vom 16. Juni 1845, welches an die Pariser Akademie gerichtet war, fasste er die Ergebnisse seiner letzten Versuche an Schweinen, Gänsen und Enten in einigen Punkten zusammen. Ausführlich wurden diese Versuche in Annal. de chim. et de physiq. (8) beschrieben. Wir wollen nur mit wenigen Worten auf einige derselben eingehen, bringen dagegen die vom Verf. im Schreiben an die Akademie gezogenen Schlussfolgerungen:

Ein Schwein bekam in seiner Nahrung, welche aus Kartoffeln, abgerahmter Milch, Roggenmehl und Küchenabfällen bestand, von seiner Geburt an bis zum Alter von 8 Monaten 6.72 kg Fett. Hierbei ist von dem Fett der Muttermilch, welche das Ferkel in den ersten 5—6 Wochen zu sich genommen hatte, abgesehen worden. Bei der Geburt enthielt das Tier 0.65, nach 8 Monaten dagegen 15.48 kg Fett; neugebildet war also 14.83 kg Fett, während mit der Nahrung nur 6.72 kg verzehrt wurde. Die ansehnliche, mit dem Kot ausgeschiedene Menge von Fett wurde ebenfalls nicht in Rechnung gezogen. Bei einem anderen Versuche setzten 9 Schweine in 98 Tagen

103.2 kg Fett an, während in der Nahrung nur 67.6 kg Fett zugeführt und ca. 8 kg mit dem Kot ausgeschieden wurde. Es blieb also 43.6 kg Fett vom Nahrungsfett nicht gedeckt. Während 31 Tagen wurden 6 Gänse mit Mais gestopft, in welchem ihnen 5032 g Fett geboten wurde. Sie setzten aber 7507 g Fett an, und da im Kote 715 g Fett enthalten war, so rühren 3290 g Fett vom Stärkemehl her.

Aus seinen Versuchen zieht nun Boussingault die folgenden interessanten Schlussfolgerungen (8):

1. Achtmonatliche Schweine enthalten bei gewöhnlicher Mast weit mehr Fett, als ihnen in der Nahrung zugeführt wird.
2. Werden die Tiere nur mit Kartoffeln gemästet, so findet sich in ihnen nach 6 Monaten nicht mehr Fett, als die Kartoffeln enthielten.
3. Bei der Mästung der Schweine wird weit mehr Fett assimiliert, als sich im täglichen Futterquantum davon befindet.
4. Nahrungsmittel, welche für sich allein die Fähigkeit nicht besitzen, in Fett umgesetzt zu werden, erhalten dieselbe in grösstem Masse, sobald man ihnen Fett zusetzt, „obwohl das Fett für sich allein Entkräftung nach sich zieht“
5. „Die fetterzeugenden Rationen, in denen sich nur Spuren von fertig gebildetem Fett befinden, sind stets reich an Blutbestandteilen.“

Die von Persoz bei der Gänsemästung gewonnenen Resultate ist er imstande zu bestätigen. Punkt 4 wird durch die Thatsache demonstriert, dass Enten, welche mit Reis gestopft wurden, mager blieben, wenn dem sehr fettarmen Reis kein Fett zugesetzt wurde. Mengte man aber dem Reis etwas Butter bei, so wurden die Tiere in einigen Tagen zu „wahren Fettkugeln“. Bei allen Versuchen wurde die Fettbildung von einem Fleischansatz begleitet.

Nachdem nun auch der letzte Gegner Liebigs, Payen, im Anschluss an die Mitteilungen Boussingaults über seine für Liebigs Theorie ausgefallenen Versuche erklärt hatte, dass er die Fettbildung aus Kohlehydraten als Thatsache betrachte, konnte Liebig mit Genugthuung sagen (75): „Der dreijährige Streit über die Frage, ob dem Tierorganismus die Fähigkeit

zukomme, Fett zu erzeugen, ist endlich in letzter Instanz zur Entscheidung gekommen.“ Nachdem nun Dumas und Milne-Edwards durch ihre eigenen Versuche an Bienen, Boussingault durch seine Versuche an Schweinen, Gänsen und Enten, und Payen im Anschluss an den letzteren zur Überzeugung gelangten, dass Liebigs Ansicht die richtige sei, hatte Liebig keine Gegner mehr. Jetzt hielt er die günstige Gelegenheit für gekommen (75), auf einige Fehler in den angestellten Versuchen hinzuweisen, welche den Sieg der wahren Erkenntnis so lange verhindert hatten. Es wurde z. B. nicht immer die unumgängliche Regel beobachtet, dass in den Tieren, in welchen sich Fett bilden oder zur Ablagerung gelangen soll, die Einnahmen an Kohlenstoff grösser sein müssen, als die Ausgaben. Die Tiere müssen sich in normalem Zustande der Gesundheit befinden. „Die Nahrung muss die Blutbestandteile in reichlicher Menge enthalten, welche zur Aufrechterhaltung des gesunden Zustandes und der freien Äusserung der organischen Thätigkeit gehören, von der die Umwandlung der stickstofffreien Bestandteile der Nahrung abhängig ist.“ Da die Zellen, in welchen das Fett sich ablagert, aus einer stickstoffreicheren Substanz bestehen, als es die Blutbestandteile sind, so muss die Nahrung, wenn man eine Fettablagerung erzielen will, eine genügende Menge von Stickstoff enthalten. Ist dies nicht der Fall, wird z. B. ein grosses Quantum von Kartoffeln verfüttert, so können die zur Aufnahme des gebildeten Fettes notwendigen Zellen nicht aufgebaut werden und es erfolgt kein Fettansatz. Auch hier äussert sich Liebig über den Einfluss des Nahrungsfettes auf das Fettwerden. „Niemand und zu keiner Zeit, sagt er, ist jemals darüber im Zweifel gewesen.“ Ebenso, wie beim Verhungern das Körperfett aus den Zellen in die Blutzirkulation übergehen und in der Respiration verwendet werden kann, ebenso verhält sich das Nahrungsfett, welches aus dem Magen durch den Chylus in die Blutzirkulation und von hier aus zur Ablagerung gelangt, falls die Bedingungen dazu gegeben sind. Er erklärt auch die Thatsache, dass bei dem Bienenversuch von Dumas und Boussingault die Bienen bei Fütterung mit Zucker und Wasser kein Wachs erzeugten, wohl es aber thaten, wenn zum Zucker etwas Honig hinzugefügt wurde, auf die Weise, dass im Zucker dasjenige fehlt, was im Honig den Tieren gereicht wird, nämlich die stickstoffhaltigen Bestandteile, von

welchen „die Bedingungen des Lebens und der Gesundheit“ der Bienen abhängig sind. Milne-Edwards war indessen schon bereit, die Fähigkeit des Honigs, zur Wachserzeugung verwendet zu werden, einem darin enthaltenen, von ihm noch nicht „isolierten“ Fermente zuzuschreiben.

So viel über Liebig und seine Gegner. Die Ansicht Liebigs gewann allgemeine Geltung. Niemand zweifelte mehr, dass den Kohlehydraten die hauptsächlichste Bedeutung bei der Fettbildung zukomme. Weitere Versuche auf diesem Gebiete (wir sprechen hier von landwirtschaftlichen Fütterungsversuchen) hielt man für überflüssig, und wir finden in der Zeit von Mitte der vierziger bis Mitte der sechziger Jahre nur sehr wenige Arbeiten auf diesem Gebiete. Hier sind diejenigen von Rob. Thomson (1847), von Lawes und Gilbert (1853 und 1862) zu verzeichnen. Auf die Arbeiten von Lawes und Gilbert werden wir noch im weiteren Verlaufe dieser Abhandlung zu sprechen kommen. Rob. Thomson (133) stellte mehrere Versuche an Milchkühen an, um nähere Kenntnis von dem Einfluss der verschiedenen Futterarten auf die Erzeugung von Milch und Butter zu erhalten. Aus den Zahlen, welche uns diese Versuche liefern, ergiebt sich, dass das Öl und das Wachs des Futters zur Erzeugung von Butter unzureichend seien. Bemerkenswert ist, dass schon dieser Autor auf die Vergrösserung des Ertrages an Butter mit der Steigerung des N-Gehaltes der Nahrung aufmerksam macht und glaubt, dass dies „mehr als zufällig ist“. Er hält es aber für voreilig, den Satz aufzustellen, dass die Eiweissstoffe einen Einfluss auf die Erzeugung von Butter haben bevor die chemischen Veränderungen dieser Stoffe nicht näher bekannt seien.

F. Hoppe (39) schliesst auf die Entstehung von Fett aus Eiweiss bei der Betrachtung des von ihm an einem Hunde angestellten Versuches zur Erforschung der Schicksale und Einflüsse des in den Körper gebrachten Rohrzuckers. Das Gewicht des Hundes stieg erheblich, wenn man zu dem Fleisch, mit welchem das Tier gefüttert wurde, einen Zusatz von Zucker gab. Die Harnmenge stieg bedeutend, die absolute Quantität des Harnstoffs darin war dessenungeachtet geringer, als bei Fleischfütterung ohne Zucker. Verf. meint, dass ein grosser Gehalt des Blutes an Zucker die Eiweisskörper desselben vor

der Oxydation bewahre. Die Eiweissstoffe scheinen sich unter Fettbildung zu zerlegen und zur Lebendgewichtszunahme des Tieres beizutragen. Da aber der von der Spaltung der Eiweissstoffe zurückgebliebene N fehlte, so muss er wohl den Körper durch Haut und Lungen verlassen haben. Es sei aber nicht richtig, dass der zugeführte Zucker in Fett verwandelt werde. An eine Verwendung des im Harn fehlenden Stickstoffs zur Fleischbildung und an eine Erklärung der Gewichtszunahme des Tieres aus dieser denkt Hoppe merkwürdigerweise nicht.

Wir sehen, dass die Ansicht, wonach Fett aus Eiweiss entstehen kann, immer häufiger ausgesprochen wird (Rob. Thomson). Die bei pathologischen Erscheinungen beobachteten Fälle der Fettbildung aus Eiweiss wollen wir bei der Besprechung der Voit'schen Theorie erwähnen.

1859 veröffentlichte Hoppe seine „Untersuchungen über die Bestandteile der Milch und ihre nächsten Zersetzungen" (40), wo er u. a. über die Veränderungen der Milch beim Stehen derselben an der Luft berichtet. Er hat gefunden, „dass frische Kuhmilch in Berührung mit atmosphärischer Luft Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgiebt, und dass das Volumen der ausgeschiedenen Kohlensäure grösser ist, als das des aufgenommenen Sauerstoffs." Da Kohlensäure ausgeschieden wird, und noch dazu in einem Volumen, das grösser ist, als das des aufgenommenen Sauerstoffs, so muss die Menge der festen Stoffe in der Milch sich vermindert haben und es muss eine relativ arme Substanz (Fett?) sich gebildet haben. Die Analysen der frischen und der eine gewisse Zeit dem Einflusse der Luft ausgesetzt gewesenen Milch ergaben in der That eine Verminderung der festen Stoffe, und zwar des Kaseïns, andererseits aber einen grösseren Gehalt an Fett (bei 6 von 7 Versuchen). Verf. hält infolgedessen den Schluss für gerechtfertigt, dass unter dem Einflusse des Sauerstoffs der Fettgehalt der Milch grösser wird, und dass diese Vermehrung des Fettgehalts auf Kosten des zersetzten Kaseïns geschieht. Diese von ihm bewiesene Thatsache sei eine „nicht zu verachtende" Stütze der Ansicht einer Fettbildung aus Albuminstoffen.

Die Thatsache der Vermehrung des Fettgehaltes der Milch wurde 1866 durch M. Ssubotin (131) bestätigt. Bei 9 unter 10 Versuchen, bei welchen die Milch 24 bis 96 Stunden der Luft ausgesetzt wurde, zeigte sich eine freilich nur geringe

Zunahme des Fettgehaltes (im Mittel um 0.24 %). Auch durch seine Fütterungsversuche an mehreren Hündinnen sieht der Verf. die Gründe für die Ansicht einer Fettbildung aus Eiweiss bekräftigt. Er fütterte mehrere Hündinnen, welchen die Milch täglich um 11 Uhr morgens abgezapft wurde (die Jungen entfernte man schon mehrere Stunden vorher), mit verschiedenem Futter. Der Fettgehalt der Milch war unter dem Einfluss des Futters sehr verschieden. Im Mittel enthielt die Milch:

	bei Fleischfütterung,	bei Kartoffelfütterung,	bei Fettfütterung
Teile Fett	106.39.	49.82.	101.13.

Bei Fettfütterung wird die Milchmenge allmählich bis auf Null reduziert. Schon ein Zusatz von $1^1/_2$ Pfd. Fett zu ebensoviel Fleisch (allerdings eine kolossale Fettmenge) vermindert die Milchmenge so stark, dass nach dreitägiger Fütterung kaum das zur Analyse nötige Quantum erhalten werden konnte. Bei Fleischfütterung entwickelt die Milch am meisten Fett. Verf. glaubt daraus schliessen zu dürfen, dass das Fett der Milch wenigstens zum grössten Teil aus dem Albumin der Nahrung gebildet werde. Die Meinung von Boussingault, dass bei fettarmer Nahrung die Butter auf Kosten des Körperfettes gebildet werde, sei falsch, da Verfassers Hunde bei der Fütterung mit sehr armem Pferdefleisch fett wurden, während sie bei Beginn der Fütterung mager waren, und im Unterhautbindegewebe, im Netz, in der Nierenkapsel und zwischen den Muskelbündeln viel Fett abgelagert hatten.

Kemmerich (48) hat ebenfalls einen ähnlichen Fütterungsversuch an einer Hündin angestellt. Eine 3jährige, 17.5 kg schwere Hündin wurde 14 Tage nach Anfang der Milchperiode einer 22 Tage dauernden Fütterung mit magerem, sorgfältig von Fett befreitem Pferdefleisch unterworfen. Unter dem Einflusse dieses Futters stieg die Buttermenge schon beim Beginn der Eiweissfütterung. Der Fettgehalt der Milch war ein so hoher, wie er bei Pflanzenfressern nie beobachtet worden ist. Als Mittel der 22 Tage ergab sich 8.5 %, während der günstigsten Sekretionsperiode 9—10 % (Maximum — 10.2 %). Die besonders fettreiche Milch der Büffelkuh enthält 8.4 % Fett. Da die Fettausfuhr um bedeutendes, an manchen Tagen sogar um's Doppelte, die Fetteinfuhr überstieg und nur an 3 Tagen sich ein wegen der relativ geringen Menge unwichtiges Defizit der Fettausfuhr gegenüber der Fetteinfuhr herausstellte, so könne nicht der

Einwand erhoben werden, dass das Fett der Milch dem Nahrungsfett entstamme. Ferner käme noch in Betracht, dass gewisse Mengen von Fett beim Stoffwechsel oxydiert und zersetzt werden, und dass nicht das gesamte Fett durch die Milchdrüse ausgeschieden wird. „Man dürfe fast mit absoluter Sicherheit schliessen, dass die Butter der Milch einzig aus Spaltungsprodukten der Albuminatreihe herstammen."

Derselbe Verfasser (49) konnte aber die von Hoppe beobachtete Erscheinung der Vermehrung des Fettgehaltes in der Milch beim Stehen derselben an der Luft nicht als physiologischen Vorgang bestätigen. Diese Bildung von Fett beruhe auf der Vegetation von Pilzen, wie das auch beim Reifen des Käses der Fall ist. Werden die Pilzsporen durch Siedehitze zerstört, und wird das Gefäss ordentlich verschlossen, so erhält man stets eine Verminderung der Butter- und Albuminatmenge, „welche natürlich durch Oxydationsprozesse bedingt ist."

Solche allmählich sich anhäufenden Beobachtungen, allerdings nicht ohne Widersprüche, wie der letztgeschilderte, schienen, zusammen mit den in medizinischen Kreisen gemachten Erfahrungen, einen Boden für die Aufstellung einer Theorie der Fettbildung aus Eiweissstoffen vorzubereiten.

C. v. Voit war es, der 1869 in einer ausführlichen Abhandlung (141) die neue Theorie gründlich und erschöpfend besprach. Aber schon 1863 hatte er geglaubt, sich in der Lage zu befinden, auf Grund der von M. v. Pettenkofer und ihm angestellten Respirationsversuche eine Fettbildung aus Eiweiss zu behaupten (99 und 100). Bei den vielen mit dem damals noch neuen Pettenkofer'schen Respirationsapparate angestellten Respirationsversuchen wurde ein Hund verwendet, welcher mit verschiedener Nahrung gefüttert wurde. Es stellte sich heraus, dass bei Fütterung von 1800 g Fleisch und von 2500 g Fleisch „ziemlich viel" Kohlenstoff in den Ausgaben fehlte. Da der Stickstoff des zersetzten Fleisches im Harnstoff wieder erschien, so meinen Verff., es bleibe keine andere Annahme übrig, als dass der in den Ausscheidungen nicht wieder erschienene Kohlenstoff als Fett zurückgehalten sei. Man könne daher ein Tier nur mit Eiweiss allein fett machen, ohne dass es zugleich eiweissreicher wird. Unter den 1861 von Voit und Pettenkofer

angestellten Versuchen sind hier diejenigen erwähnenswert, in welchen der Hund mit Kohlehydraten gefüttert wurde. Verff. konnten keine Anhaltspunkte für eine Fettbildung aus Kohlehydraten gewinnen, weder bei einer Nahrung von 800 g oder 1800 g Fleisch + 450 g Stärke, noch bei 450 g Stärke allein, „da der nicht erscheinende und angesetzte Kohlenstoff ebenso gut aus der bei der Zersetzung des Fleisches sich bildenden kohlenstoffreicheren Substanz stammen kann“ (S. 57). Wenn auch in 2 Versuchen bei Fütterung von 700 g Stärke nicht die ganze fehlende Kohlenstoffmenge aus dem zersetzten Fleisch herrührt, so glauben die erwähnten Gelehrten, es sei leicht möglich, dass „ein Teil der übergrossen Menge Stärke noch im Darm oder auch nicht völlig oxydiert im Körper sich hätte befinden können“.

Auch einige der 1863 (100) angestellten Respirationsversuche liessen eine, wenn auch geringe, Fettbildung aus Eiweiss annehmen. Der Hund bekam vom 16. Februar bis 4. März 1863 täglich je 1500 g Fleisch, und in den Ausgaben für je 24 Stunden fehlten durchschnittlich 3.8 g Kohlenstoff. Die Verff. sind nicht geneigt, dieses geringe Defizit für einen Versuchsfehler zu halten. Die Kohlensäurebestimmung mittels des Respirationsapparates sei so scharf, dass von einem Versuchsfehler kaum die Rede sein könne. Man dürfe vielmehr einen Ansatz von 5 g Fett (3.8 g C entsprechend) täglich für wahrscheinlich halten. In dieser Annahme werden sie noch durch die vom 23. Februar bis 4. März beobachtete stetige, wenn auch geringe, Verminderung der Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme bestärkt. Die nach der Abtrennung des ganzen N als Harnstoff von der Fleischsubstanz zurückbleibende kohlenstoffreiche Gruppe habe eine den Fetten ähnliche Zusammensetzung. Diese kohlenstoffreiche Gruppe bestehe aus 71.3 C, 8.02 H und 20.68 O, während das Fett als aus 79.0 C, 11.0 H und 10.0 O bestehend angenommen werden könne. Dies sind die ersten Versuche Voits, auf welche er seine neue Ansicht über Fettbildung stützte, und die er unter anderen, im weiteren Verlaufe noch zu besprechenden Versuchen als Beweise für diese seine neue Ansicht anführte. Auf der Agrikulturchemiker-Versammlung zu München im Jahre 1865 hielt Voit einen Vortrag: „Über die Fettbildung im Tierkörper und Mästung“ (139), in welchem er auf Grund seiner oben beschriebenen

Versuche die Fettbildung aus Eiweiss auseinandersetzte und zugleich diejenige aus Kohlehydraten bezweifelte. Er äusserte auch die Ansicht, dass man, nachdem die Fettbildung aus Eiweiss beim Fleischfresser von ihm bewiesen worden, denselben phys. Vorgang auch für die Pflanzenfresser annehmen müsse, da doch kein prinzipieller Unterschied in den Vorgängen im Leibe beider Tierklassen bis jetzt bekannt wäre. Die Bildung des Fettes aus Kohlehydraten dagegen sei zweifelhaft, da dieselbe nur dadurch erklärt würde, dass das Nahrungsfett nicht immer zur Deckung des neugebildeten Fettes ausreiche. Es sei wahrscheinlich, dass in den Fällen, wo das neugebildete Fett die Menge des Nahrungsfettes überträfe, die Eiweissstoffe und nicht die Kohlehydrate zur Fettbildung herbeigezogen würden. Die Erfahrungen der Fettmast beim Pflanzenfresser beweisen, dass die Mast „nur durch gleichzeitige ausgiebige Eiweissnahrung gelingt, und Schweine, z. B. durch Kartoffeln allein, trotz des grossen Stärkereichtums, nicht fett werden."

Daran knüpfte Fischer in Vaduz seine Mitteilungen über die Wachsbildung an. Er vertrat (23) die Ansicht, dass zur Erzeugung von Wachs für die Bienen eiweisshaltige Nahrung notwendig sei. Er fütterte Bienen mit einer Mischung von 1 Teil Hühnerei mit 2 Teilen Kandiszuckerlösung, und der Erfolg war grossartig: 1000 Bienen lieferten täglich 12 g Wachs.

Der beim Vortrage von Voit anwesend gewesene J. Liebig machte (76) gegen die vom ersteren gezogene Analogie zwischen den Fleischfressern und Pflanzenfressern bezüglich der Fettbildung in ihrem Körper den Einwand, dass schwer anzunehmen sei, dass bei Milchkühen z. B. die Proteïnsubstanzen und das Fett der Milch von denjenigen der Nahrung allein herrühren. Der Fettgehalt der Nahrung bei dem Pflanzenfresser sei gewöhnlich gering.

Um diese Frage aufzuklären, unternahmen C. Voit und G. Kühn, jeder für sich, Fütterungsversuche an Milchkühen. Voit veröffentlichte die Ergebnisse seines Versuches in der obengenannten Abhandlung (141), auf die wir jetzt näher eingehen wollen. Uber G. Kühns Versuch werden wir erst später sprechen.

Nach einer kurzen Übersicht über die Geschichte der Fettbildungsfrage geht Voit zur Betrachtung der für die Fettbildung aus Kohlehydraten geltend gemachten Gründe über. Die

Möglichkeit, die Kohlehydrate in manche den Fetten nahestehende Verbindungen überzuführen, sowie die Unzulänglichkeit des Nahrungsfettes zur Deckung des im Körper des Tieres neugebildeten Fettes seien die Stützen für die Ansicht der Fettbildung aus Kohlehydraten. „Wie steht es denn mit diesen Beweisen?“ fragt der Verf. Die bei der Gärung auftretenden Stoffe sind nur niedere Glieder der Fettsäurenreihe, wahre Fette wurden bei der Gärung nur in Spuren gefunden. Es sei sogar wahrscheinlich, dass in der Pflanze Stärke in Fett umgewandelt werde. Ebenso möglich sei es aber, dass die bei der Gärung derselben gefundenen Spuren von Bernsteinsäure, Glycerin und wahrem Fett, sowie die in ölhaltigem Samen unter Abnahme von Stärke allmählich anhaftenden Öltröpfchen vom Eiweiss herrühren. Die fettführenden Pflanzenteile enthalten gewöhnlich auch viel Eiweiss, die mit Stärke erfüllten dagegen zeigen fast gar kein Fett. Nach Nägeli vermehrte sich die Bildung von Fetttropfen bei der Hefegärung nach Zusatz von Zucker nicht. In der Pflanze könne sich Sauerstoff als solcher von der Stärke abtrennen und einen O ärmeren Körper liefern, „aber im tierischen Organismus findet es nicht statt, in ihm könnte der Sauerstoff nur in Verbindung mit etwas Wasserstoff oder Kohlenstoff des Kohlehydrates entweichen“ (141, S. 90). Aber angenommen, dass kein Wasserstoff frei werde und kein Sauerstoff von aussen eintrete, und dass nur der in der Verbindung schon vorhandene O sich zwischen den Kohlenstoff und Wasserstoff verteile, so bilden sich aus 100 g trockenem Traubenzucker im Maximo 37 g Fett, neben 21 g Wasser und 42 g Kohlensäure. Es könne also aus viel Kohlehydraten jedenfalls nur wenig Fett entstehen, da die Hauptmasse der Kohlehydrate zu Wasser und Kohlensäure oxydiert werde und nur ein kleiner Teil derselben für die Fettbildung übrig bleibe.

Nachdem er auf diese Weise die Nichtigkeit der Liebigschen Ansicht bewiesen zu haben glaubt, unterzieht Verf. die für die Fettbildung aus Eiweissstoffen sprechenden Thatsachen einer näheren Betrachtung. Eine Anzahl von ihm citierter Beobachtungen älterer Chemiker über Bildung fettähnlicher Substanzen aus Eiweiss erscheint von geringerer Bedeutung, für viel wichtiger hält Voit die Thatsachen der Bildung von Leichenwachs aus stickstoffhaltigen Organen, Muskeln u. s. w., welche man manchmal in den Maceriertrögen der Anatomien,

dann aber auch auf feuchten Begräbnisplätzen findet. Hierher gehören die Beobachtungen von Fourcroy, Gibbes, Quain, Gregory, G. Liebig, R. Virchow, Wetherill und Michaelis (141, S. 93 f., und 143, S. 244 f.). Ferner seien hier die Beobachtungen zu verzeichnen, nach welchen Organe, die man in die Bauchhöhlen lebender Tiere bringt, in Fett übergehen. Rud. Wagner brachte Hoden in die Bauchhöhle von Vögeln, ebenso Krystalllinsen, Blut, Froschmuskeln, gekochtes Eiweiss u. s. w. Alle die eingeführten Körper gingen in einigen Wochen unter Substanzverlust in eine gelbe, schmierige Masse mit zahlreichen Fetttröpfchen über.

Ebensolche Versuche stellten Husson, Middeldorpf und Donders an (141, S. 94—98, und 143, S. 245). Um sich zu überzeugen, ob es sich in diesen Fällen um eine Zerstörung des Eiweisses und ein Zurückbleiben des in den eingeführten Gegenständen enthaltenen Fettes handle, hat Michaelis sein Augenmerk auf die Quantität des sich bildenden Fettes gerichtet im Vergleich zu dem schon vorhanden gewesenen. Aber auch seine Beobachtungen sprachen für eine Fettdegeneration des Eiweisses. Die Vermehrung des Fettgehaltes der in die Bauchhöhle lebender Tiere eingeführten Gegenstände könne aber auch durch eine Fettinfiltration entstanden sein. Es wurden daher unter Berücksichtigung dieses Einwandes die Versuchsobjekte bei weiteren Versuchen in Hüllen gebracht, um sie von dem Kontakt mit dem Körper abzuschliessen. Diesbezügliche Versuche wurden von Husson und Burdach mit positivem Erfolge gemacht. Der letztere erhob aber den Einwand, dass die verwendeten Umhüllungen aus Kollodium, Guttapercha, organischen Membranen nicht dicht genug seien und auch selbst verändert würden. Man habe alsdann vorgeschlagen (Schrader), die Substanzen in kleine Glasröhren luftdicht einzuschliessen und so in die Bauchhöhle einzuführen. Voit bemerkt aber mit Recht, dass man die in die Glasröhren eingeschlossenen Substanzen ebenso gut in ein etwa auf 40° erwärmtes Wasserbad legen kann, anstatt in die Bauchhöhle lebender Tiere zu bringen. Denn es handle sich jetzt nur um die in dem Körper des Tieres herrschende Temperatur. Um noch ausserdem den Entscheid zu liefern, ob Sauerstoff zum Übergang von Eiweiss in Fett nötig sei, schloss er demgemäss Stückchen von frischem Fleisch und von gekochtem Eiweiss in Glasröhren ein und bewahrte die

letzteren $3^1/_2$ Monate bei einer Temperatur von 40° C. auf. Die Analyse der eingeschlossenen Substanzen nach Ablauf der $3^1/_2$ Monate ergab in der That eine Vermehrung ihres Fettgehaltes, die aber äusserst gering war (nur 0.3 %).

Beim Reifen des Roquefort-Käses wurde von Blondeau eine Vermehrung des Fettgehaltes parallel mit einer Verminderung der Kaseïnmenge beobachtet. Der Käse, welcher frisch 96.9 % Kaseïn und nur 2.1 % Fett enthielt, zeigte nach 2 Monaten einen Fettgehalt von 40 % und einen Kaseïngehalt von 53.5 %. Brassier habe aber diesen Angaben in ihrer ganzen Ausdehnung widersprochen. Er beobachtete eine auffallende Verminderung des Fettgehaltes des Käses. Das von ihm verwendete Stück Käse von 300 g enthielt nach 7 Monaten 39.7 g Fett, während es frisch 66.8 g hatte. Die auch von ihm bestätigte Abnahme des Kaseïngehaltes im reifenden Käse erklärt Brassier durch Zersetzung des Kaseïns in stickstoffhaltige Produkte. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die beiden Autoren Käse mit sehr verschiedenem Fettgehalt zu ihren Versuchen gebraucht hatten: der Käse bei Blondeau enthielt nur 2.1 %, bei Brassier dagegen 37 % Fett. Die Angaben von Blondeau wurden übrigens von Kemmerich in einer kurzen Notiz (49) bestätigt. Er hat gleichfalls eine absolute Zunahme des Fettgehaltes des reifenden Käses beobachtet, welche er, wie auch Blondeau, auf den Einfluss von Pilzen zurückführt.

Es werden alsdann von Voit auch die Angaben von Hoppe und M. Ssubotin[1]) über die Vermehrung des Fettgehaltes der Milch beim Stehen derselben an der Luft angeführt, auf die wir schon oben eingingen.

Die Thatsachen der fettigen Metamorphose und der Anhäufung von Fett bei der Rückbildung tierischer Organe, welche von Fick, Rokitansky, Reinhard, Virchow beobachtet und näher beschrieben wurden, sowie viele andere Beobachtungen über fettige Degeneration (Wittich, Förster, Wachsmuth, Böttcher, Frerichs, Wundt u. a.), über fettige Metamorphose des ganzen Körpers bei Neugeborenen (Buhl), bei Lämmern,

[1]) Bei Voit a. a. O. S. 99 ist offenbar ein Fehler. Die Beobachtung von M. Ssubotin (Centralbl. f. d. med. Wiss., 1866, No. 22; Virchows Archiv Bd. 36, 1866, S. 561—570) über die Zunahme des Fettgehaltes der Milch beim Stehen derselben wird von Voit auf Kemmerich zurückgeführt, während letzterer (a. a. O.) das Gegenteil davon beobachtet hatte.

Füllen und Kälbern (Fürstenberg), bei Schweinen (Roloff) werden von Voit besprochen, um zu zeigen, dass es sich hier „um einen allgemeinen Vorgang handelt, welcher stattfindet, sobald die Zelle unter gewisse, veränderte Bedingungen gerät.“ Auch die Möglichkeit einer Fettinfiltration oder einer Vermehrung des relativen Fettgehaltes der Organe in den genannten Fällen, infolge einer Zerstörung der Eiweissstoffe und eines Zurückbleibens des Fettes, wird von Voit mit Hinweis auf die Beobachtungen von Virchow, Weber und Böttcher zurückgewiesen.

Aber auch im normalen Zustande des tierischen Organismus könne in demselben eine Fettbildung aus Eiweiss stattfinden. Burdach habe dies bei der Entwicklung der Eier von einer Lungenschnecke (Limnaeus stagnalis) beobachtet. Er habe aber nur 2 Versuche gemacht, so dass eine Wiederholung derselben sehr erwünscht wäre. Baudrimont, St. Ange, Prévost, Morin hätten dagegen übereinstimmend eine Verminderung des Fettgehaltes der Hühnereier während ihrer Bebrütung angegeben.

Es werden sodann die schon bekannten, experimentellen Beweise einer Fettbildung aus Eiweiss vom Verf. besprochen. Es sind dies die Versuche von Hoppe, Kemmerich, Ssubotin, sowie von Pettenkofer und dem Verf. selbst, die wir schon wiedergegeben haben, und auf die wir deshalb nicht mehr einzugehen brauchen. Der Versuch von Hoppe sei zwar zeitlich der erste Beweis einer Entstehung von Fett aus Eiweiss, er sei aber sehr ungenau und enthalte viele Widersprüche. Es gebühre ihm jedoch das Verdienst, zuerst von neuem auf die Möglichkeit einer solchen Bildung hingewiesen zu haben. Der erste, wirkliche, experimentelle Beweis dafür sei aber von Pettenkofer und dem Verf. im Suppl.-Bd. II der Liebig'schen Annalen 1862 geliefert worden. Sie haben bewiesen, dass sich aus reinem Fleisch Fett bilden könne, und es war ihnen „wahrscheinlich geworden, dass jeder Ansatz von Fett im Körper des Fleischfressers nur durch Fett möglich ist, entweder aus dem in der Nahrung aufgenommenen, oder aus dem bei der Zersetzung von Eiweiss entstandenen; bei Gegenwart von Stärke oder Zucker wird sich darnach das Fett nicht aus diesen, sondern aus dem durch sie vor der Verbrennung geschützten Fett des Eiweisses erzeugen.“ Das Eiweiss spalte sich, ebenso wie bei der Adipocirebildung oder bei der fettigen Degeneration, auch

als normaler Vorgang in einen N-reichen und einen N-freien Teil, und der letztere bleibt im Körper als Fett zurück, falls es an dem zu seiner Oxydation notwendigen Sauerstoff mangelt.

Weiterhin beschreibt Voit seinen schon erwähnten Versuch an einer Kuh, welcher beweisen sollte, dass auch beim Pflanzenfresser die Nahrung eine zur Bildung des Milchfettes genügende Menge von Fett und Eiweiss enthalte. Es wurden die Milch und der Harn gesammelt, die Nahrung und der Kot blieben dagegen unberücksichtigt. Um zu entscheiden, ob die Ergebnisse des Versuches mit der Annahme, dass die Kohlehydrate bei der Fettbildung in der Milch entbehrlich seien, übereinstimmen, untersucht Voit die Frage, in welcher Menge Fett aus Eiweiss entstehen könne. Der Stickstoff könne sich in Form von Harnstoff oder Harnsäure, Kreatin oder Glycin etc. vom Eiweiss trennen. Bei den fleischfressenden Säugetieren sei am wahrscheinlichsten die Abspaltung des Stickstoffs vom Eiweiss in der Form von Harnstoff. Wird nun der N von 100 g Eiweiss als Harnstoff abgetrennt, so bekommen wir einen Rest von folgender Zusammensetzung (141, S. 115):

	C	H	N	O
In 100 g Eiweiss . . .	53.53	7.06	15.61	23.80 = 100.00
„ 33.45 g Harnstoff . .	6.69	2.23	15.61	8.92 = 33.45
Rest	46.84	4.83	—	14.88 = 66.55.

Der Rest hat im Vergleich zum Fett folgende prozentische Zusammensetzung:

	C	H	O
Rest	70.38	7.26	22.36 = 100.00
Fett	76.60	12.05	11.35 = 100.00.

Der Kohlenstoff des Restes könnte 61 % Fett aus 100 g Eiweiss entsprechen; der Sauerstoffgehalt ist doppelt so gross, als der des Fettes, und nur der Wasserstoffgehalt reicht nicht aus. Gehen wir vom letzteren aus, so könnten sich aus 100 g Eiweiss 40.08 g Fett (4.83 g H entsprechend) bilden, wobei noch daneben 33.45 g Harnstoff, 16.14 g C und 10.33 g O übrig bleiben. Zu den beiden letzteren trete etwas atmosphärischer Sauerstoff hinzu und verhelfe ihnen zur Bildung von CO_2.

Schliesslich adoptiert Voit die ein Jahr vorher von Henneberg (34, 35, 159) nach Analogie der Zuckergärung aufgestellte Rechnung:

	C	H	N	O
100 g Eiweiss = ...	53.53	7.06	15.61	23.80
Ab 33.45 g Harnstoff mit	6.69	2.23	15.61	8.92
	46.84	4.83	—	14.88
Diesen 46.84 g C entsprechen 61.15 g Fett mit	46.84	7.37	—	6.94
Wasserstoff-Defizit (7.37—4.83) = . . .	—	2.54	—	—
Sauerstoff-Überschuss (14.88—6.94) = . .	—	—	—	7.94
Zur Deckung des H-Defizits erforderlich 22.86 H_2O mit	—	2.54	—	20.32
Aus dem Eiweiss haben wir noch einen O-Überschuss von	—	—	—	7.94
Also wegzuschaffender O	—	—	—	28.26.

Zur Überführung von 28.26 g O in H_2O und CO_2 sind aber 19.01 g Eiweiss erforderlich, aus welchen dann 6.36 g Harnstoff, 8.28 g H_2O und 32.63 g CO_2 entstehen. Demnach liefern im günstigsten Fall 119.01 g Eiweiss 61.15 g Fett oder 100 g Eiweiss = 51.4 g Fett.

Die Ergebnisse des erwähnten Versuches fasst Voit in die Worte zusammen: „Es ist demnach wahrscheinlich, dass das Fett der Nahrung und das aus dem umgesetzten Eiweiss hervorgehende Fett das Fett der Milch, ja sogar einen guten Teil des Milchzuckers deckt“ (141, S. 118). Wir verzichten auf die Mitteilung der Zahlen, da sie, wie erwähnt, zum Teil auf Schätzungen beruhen. Dagegen wollen wir den nächsten Versuch, der mit aller notwendigen Genauigkeit durchgeführt wurde, etwas näher ins Auge fassen.

Es wurden in 6 Tagen an eine Kuh 78.96 kg Heu mit 2431.97 g Fett und 14.718 kg Mehl mit 325.77 g Fett verfüttert. Es sind also in der Nahrung 2757.74 g Fett gereicht worden. Der ausgeschiedene Kot (181.132 kg) enthielt 1099.33 g Fett. Demnach wurden vom Darm 1658.40 g resorbiert. Der N-Gehalt des Harnes war 562.35 g gleich. Dieser Menge von Stickstoff entsprechen 3602 g Eiweiss, aus welchen 1851 g Fett entstehen. Es sind also im ganzen zur Fettbildung 3509 g Fett disponibel (1658.40 g von dem Nahrungsfett + 1851 g aus Eiweiss gebildet). Die Milch lieferte nur 2024 g Fett. Der Rest von 1485 g Fett enthält 1137 g Kohlenstoff, während der in der Milch enthaltene Milchzucker (3182 g) 1275 g C gebunden hatte.

Wir sehen, dass wiederum das Nahrungsfett zusammen mit dem sich aus Eiweiss bildenden Fette nicht nur das Fett der

Milch, sondern auch nahezu den Milchzucker derselben zu decken vermag, so dass man in diesem Falle für die Bildung von Fett und wahrscheinlich auch von Milchzucker die Kohlehydrate vollkommen entbehren könne.

Die Versuche von Boussingault, welche für Liebigs Ansicht so schlagende Beweise waren, werden auf das neue Prinzip der Fettbildung hin geprüft. Es reichte zwar das Nahrungsfett in allen diesen Fällen zur Deckung der Butter nicht aus, würde aber das Eiweiss der Nahrung zu Hilfe genommen, so brauchte man nicht an eine Fettbildung aus Kohlehydraten zu denken. Ebenso steht es mit dem von uns schon besprochenen Versuche von Rob. Thomson, welcher allerdings für Voits Ansicht sehr beweisend ist, besonders wenn man auf das Wachsen der Buttermenge entsprechend der Zunahme des Eiweissgehaltes der Nahrung Acht giebt (s. oben). Die damals soeben veröffentlichten Beobachtungen bei einem Versuche von F. Stohmann (128 und 129) an milchproduzierenden Ziegen werden ebenfalls vom Verf. zum Beweise angeführt, dass entweder das Nahrungsfett allein oder das Nahrungsfett + Fett aus Eiweiss zur Deckung des Fettes der Milch ausreichen. Es ist allerdings in den vielen Versuchen Stohmanns der Fall gewesen, dass das Nahrungsfett und in 2 Fütterungsperioden, wo die Tiere einmal fettarmes, das 2. Mal zwar ebenfalls fettarmes, dafür aber eiweissreiches Futter erhielten, das Nahrungsfett + Eiweiss der Nahrung das Fett der Milch deckten. In der fettarmen Periode der Fütterung sank der Fettgehalt der Milch von 3.71 % (soviel Fett enthielt die Milch bei fettreichem Futter) auf 2.87 %, und in der nächstfolgenden fettarmen, aber eiweissreichen Periode sank der Fettgehalt wiederum, und zwar von 2.87 auf 2.52 %, um in der darauf eingetretenen Normalfütterungsperiode auf 3.48 % zu steigen. Der Umstand, dass bei der eiweissreichen Nahrung der Fettgehalt der Milch dennoch sank, giebt Veranlassung zu Bedenken, worauf Stohmann aufmerksam machte. Übrigens spricht dieser Versuch auch insofern für Voit und gegen Liebig, als er zeigte, dass der grössere oder geringere Gehalt des Futters an Stärkemehl keinen Einfluss auf den Fettgehalt der Milch ausgeübt hatte.

Der auf Anregung Liebigs (auf der Agrikulturchemiker-Versammlung zu München 1865) unternommene Versuch von Gust. Kühn in Möckern an 2 Milchkühen (56) wird auch von

Voit zu seinen Gunsten gedeutet. Wir wollen auf diesen Versuch etwas näher eingehen. Der prinzipielle Unterschied in der Anstellung der sonst ganz gleichen Versuche von Voit und Kühn besteht darin, dass der erstere an die Tiere reiches Produktionsfutter verabreichte, während der letztere mit eiweiss- und fettarmer Nahrung fütterte. Die Ergebnisse des Voit'schen Versuches sind uns schon bekannt: das ganze Fett der Milch und ein grosser Teil des Milchzuckers wurden durch das Fett und Eiweiss der Nahrung gedeckt. Kühn konnte aber das nicht vollkommen bestätigen. Die eine Kuh wurde 12 Tage hindurch mit je 7.68 kg [1]) Wiesenheu und 1.67 kg Stärke täglich gefüttert. Diese tägliche Futterration enthielt 114.45 g Sticksoff und 277 g Fett. In den Ausgaben (Kot, Harn und Milch) bestimmte man 120.0 g Stickstoff; das Tier befand sich folglich nahezu im Stickstoffgleichgewicht. Von den 277 g Nahrungsfett wurden 183.5 g resorbiert, da 93.5 g im Kote wieder erschienen. Der Stickstoffgehalt des Harnes war 26.25 g, was einem Eiweissumsatz von 164.1 g entspricht. Aus diesen 164.1 g Eiweiss entstehen 79.0 g Fett. Voit berechnet 84 g Fett, da er den höheren Kohlenstoffgehalt der Hippursäure unberücksichtigt lässt. Es fehlen demnach zur Deckung des Fettes der Milch 10—15 g Fett.

Die 2. Kuh bekam täglich während 17 Tage 7.70 kg Wiesenheu und 1.11 kg Stärke, welche 114.75 g Stickstoff und 278 g Fett enthielten. Die Ausgaben enthielten 108.3 g Stickstoff. Der Fettgehalt des Kotes war 94.5 g, es wurden also vom Fett der Nahrung 183.5 g resorbiert. Die Milch wies einen Fettgehalt von 292.0 g auf. Die fehlenden 108.5 g werden teilweise durch das Eiweiss der Nahrung gedeckt, und zwar entsprechen den 22.75 g Stickstoff des Harns 142.0 g Eiweiss, welche nach Kühn 69.5 g und nach Voit 73.0 g Fett liefern. Die Milch enthält also 35.5—39 g Fett mehr, als nach Voit erklärt werden kann. Daraus ist ersichtlich, dass die von Voit angegebenen Quellen der Fettbildung eben zur Deckung des Fettes der Milch ausreichen, dass aber zur Bildung des Milchzuckers (im 1. Falle war die Menge desselben 303.5, im 2. 343.5 g) kein Kohlenstoff übrig bleibe und andere Quellen dafür gesucht werden müssen.

[1]) Kühn giebt seine Zahlen in Pfunden an. Wir bringen hier die Umrechnung in Gramme von Voit.

Voit hebt nun die Wichtigkeit der Thatsache hervor, dass in den Versuchen Kühns, wo ein so an Fett und Eiweiss armes Futter gereicht wurde, die Kohlehydrate noch immer zur Fettbildung entbehrlich erschienen. Es handle sich hier um einen äussersten Fall; man könne nicht wissen, ob der Körper, wenn er auch kein Eiweiss eingebüsst hat, nicht fettärmer geworden sei. Es sei zu bedenken, „ob bei der angegebenen Nahrung die Milchsekretion auf die Dauer auf der betreffenden Höhe erhalten werden kann, d. h. ob nicht die Drüse, wie beim Hunger, von einem anderen Material zehrt."

Weiterhin geht Voit auf die Frage der Umwandlung der Kohlehydrate in Fett bei der Wachsbereitung der Bienen ein. Er meint, dass die Beobachtungen von Huber und Gundlach, Dumas und Milne-Edwards nichts weniger als beweisend dafür seien. Die Versuche von Gundlach haben gezeigt, dass eine Biene in 6 Tagen 0.0066 g = 6 % des Körpergewichtes lieferte. In den Versuchen von Dumas und Milne-Edwards produzierte eine Biene in 32 Tagen 13 % des Körpergewichtes an Wachs. „Es wäre gewiss nicht unwahrscheinlich, wenn ein Tier ohne Eiweissnahrung in 6 resp. 32 Tagen aus seinem Eiweissvorrat so viel Eiweiss verliert, um daraus 6 oder 13 % des Körpergewichtes Fett zu bilden." Die Bienen befänden sich bei reiner Zuckerfütterung in grosser Aufregung und gingen in grosser Anzahl zu Grunde. Sie verhungerten offenbar bei dem Mangel an Eiweiss in der Nahrung. Bei reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten verbrennen dieselben, während das von ihnen vor Zersetzung geschützte Fett als Wachs ausgeschieden werden könne. Es sei erwiesen, dass die Bereitung des Futterbreis für die Brut und die Wachsbereitung entsprechende Vorgänge seien. Die Bienen könnten „mit blossem Honig ohne allen Blumenstaub Brut fertig bringen, sowie sie längere Zeit dabei Wachs bereiten oder sich am Leben erhalten können." Man könne aber nicht behaupten, dass das Eiweiss, welches zum Wachstum der Brut, sowie zur Ernährung der Bienen selbst unentbehrlich sei, sich aus Zucker bilde. Und ebensowenig sei es bei der Wachsbereitung möglich. „Die Bienen zehren eben einige Zeit von ihrem Körpereiweiss." Das sind die Erfahrungen der Bienenzüchter nach den Angaben von Berlepsch, Dönhoff u. a. (141, S. 147—155).

Berlepsch habe einen Versuch angestellt, welcher die Bedeutung des Eiweisses der Nahrung bei der Wachsbereitung sehr deutlich mache. 2 Schwärme von gleichem Gewicht erhielten gleiche Honigmengen, der erste Schwarm aber noch ausserdem 117 g Pollen. Der Schwarm I hat in 10 Tagen 1257 g Honig und die 117 g Pollen verzehrt und lieferte 84 g Wachs. Der Schwarm II verbrauchte 1272 g Honig, lieferte aber nur 51 g Wachs. Folglich haben die Bienen des Schwarmes I aus 117 g Pollen 33 g Wachs gebaut; sie bauten also 65 % mehr als der Schwarm, welcher nur Honig erhielt.

Es stehe nach dem Gesagten so viel fest, dass von einem Beweise einer Wachsbildung aus Kohlehydraten gar keine Rede sein könne. Die Angabe Liebigs, dass eine magere Gans von 2 Kilo Gewicht bei einer Nahrung von 12 Kilo Mais in 36 Tagen 1750 g Fett ansetze und dabei um 2.5 Kilo an Gewicht zunähme, biete eines der wenigen Beispiele, wo die angesetzte Fettmenge vom Nahrungsfett und dem sich aus Eiweiss bildenden nicht abzuleiten sei. Von den 1750 g Fett, welche im Körper abgelagert wurden, werden nur 1196 g von den beiden genannten Quellen der Fettbildung gedeckt, und 32 % des Fettansatzes können nicht erklärt werden. Es sei aber zu berücksichtigen, dass Liebigs Zahlen nicht einem Versuche entnommen waren, sondern nur ungefähre Schätzungen seien, und dass im Körper des Tieres noch vor der Mast abgelagertes Fett vorhanden sein konnte.

Die Versuche von Persoz liessen sich zwar nicht in Voits Sinne erklären; die Angaben dieses Forschers seien aber unvollständig und ungenau, und es liesse sich daraus, meint Verf., kein Schluss auf die Fettbildung aus Kohlehydraten ziehen. Die oben (S. 8—9) erwähnten Versuche von Boussingault an Gänsen, Enten und Schweinen findet Voit in Übereinstimmung mit seiner Theorie. Überhaupt sei in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche genügend Fett und Eiweiss in der Nahrung gegeben, um zur Erklärung des Fettansatzes die Kohlehydrate entbehren zu können. Nur die Versuche von Lawes und Gilbert machen Voit Schwierigkeiten. Die Versuche sind von grossem Interesse, so dass wir sie hier anführen müssen.

Von den 10 Versuchsschweinen wurde eines schon am Anfang der Fütterung zur Bestimmung der Fleisch- und Fett-

menge geschlachtet. Die übrig gebliebenen 9 Schweine wurden während 8—10 Wochen mit verschiedener Nahrung gefüttert und alsdann ebenfalls geschlachtet und auf den Fleisch- und Fettansatz untersucht. Voit (141, S. 161) giebt folgende Zusammenstellung der Resultate dieser Versuche:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nh : Nfr. wie 1 : . .	3.6	3.3	2.0	6.6	6.0	4.1	4.1	4.7	3.9
Fett der Nahrung .	15.6	20.4	11.2	26.3	12.4	7.9	7.9	7.3	6.6
Fett aus Eiweiss . .	47.4	51.9	67.5	26.6	29.5	37.8	37.7	33.9	37.9
Summe	63.0	72.3	78.7	52.9	41.9	45.7	45.6	41.2	44.5
Fettansatz	63.1	73.9	69.6	79.0	71.2	64.1	63.9	62.0	59.9
Von 100 Fettansatz sind gedeckt. . . .	100	98	113	67	59	71	71	66	74

In 3 Fällen decken also das Fett und Eiweiss der Nahrung das abgelagerte Fett, „und zwar bei der grössten Eiweissmenge in der Nahrung; in 4, bei mittlerer Eiweisszufuhr, fehlen im Mittel 29 %; bei zweien, bei welchen am meisten Fett angesetzt und am wenigsten Eiweiss gefüttert worden ist, und zwar in einem Verhältnis zu den stickstofffreien Stoffen, wie es die Erfahrung als am günstigsten gelehrt hat, fehlen sogar im Mittel 37 % Fett, die also nur aus Kohlehydraten herrühren können."

Voit kann gegen den von Lawes und Gilbert erbrachten Beweis, dass die Kohlehydrate unter Umständen zur Erklärung der Fettbildung unentbehrlich sind, nichts Triftiges anführen, und so sind diese Versuche der Anfang einer neuen Aera unserer Anschauung über die vorliegende Frage, welche schliesslich dazu führte, die von Voit bekämpfte Liebig'sche Lehre nur noch fester zu begründen.

Schon im nächsten Jahre erschienen, anlässlich dieser damals wirklich epochemachenden Arbeit, mehrere Veröffentlichungen, die selbstverständlich alle Bezug auf die Voit'sche Abhandlung hatten.

Gustav Kühn und M. Fleischer (57) machen in ihren „Versuchen über den Einfluss wechselnder Ernährung u. s. w." darauf aufmerksam, dass die Angaben von G. Kühn über den von ihm und M. Fleischer angestellten Versuch an Milchkühen von Voit falsch verstanden und gedeutet worden seien, wenn er meinte, dass die Tiere wegen all zu ärmlicher Ernährung von ihrem eigenen Körper zehrten, um das Fett der Milch zu

liefern. Die Tiere hatten ausreichende Beharrungsrationen, denn ihr Lebendgewicht erfuhr während des Versuches eine Zunahme. Ebenso erlitten die Milchsekretion und der Buttergehalt der Milch keine Abnahme, welche nicht durch „die natürliche mit der Dauer der Laktation wachsende Depression" derselben zu erklären wäre.

Moritz Fleischer (24) stellte ebenfalls zum Zwecke der Entscheidung der Frage, ob das Fett der Milch aus Eiweiss gebildet werde, einen Versuch an 2 Kühen an. Die Versuche, welche unter Berücksichtigung aller notwendigen Vorsichtsmassregeln ausgeführt wurden, dauerten ca. 3 Monate und brachten den Verf. zur Schlussfolgerung, dass das Nahrungsfett und das im Futter gebotene Eiweiss, wenn sie auch das Fett der Milch decken, zur Bildung des Milchzuckers nicht ausreichen. Es war in den letzten 8 Tagen täglich in der Nahrung:

	Kuh I	Kuh II
Fett zugeführt	0.341 Pfd.	0.333 Pfd.
Aus dem Eiweissumsatz (nach Henneberg):	0.317 „	0.340 „
Im Ganzen:	0.658 Pfd.	0.673 Pfd.
In der Milch wurde ausgeschieden	0.607 „	0.581 „
Fett überschüssig	0.051 Pfd.	0.092 Pfd.

Zur Bildung des Milchzuckers, welcher bei Kuh I im Durchschnitt von 4 Tagen täglich 0,754 Pfd. und bei Kuh II 0.728 Pfd. ausmachte, müssen die Kohlehydrate notwendig zugezogen werden.

Victor Subbotin (132) berichtet über seine ebenfalls zur Entscheidung der Fettbildungsfrage angestellten Versuche. Bevor wir aber auf diese näher eingehen, halten wir es für notwendig die ihnen vorangegangenen und in naher Beziehung zu ihnen stehenden Untersuchungen von Radziejewsky zu berücksichtigen. Der genannte Forscher (112 und 113) stellte sich die Fragen, ob der Organismus Seifen resorbiere und daraus Fett bilde, und ob Nahrungsfett in denselben angesetzt werde. Zur Beantwortung der ersten Frage fütterte er einen Hund mit magerem Pferdefleisch und Seifen aus Palmitinsäure und Rüböl. 9 Versuche ergaben, dass von den eingeführten Seifen im Durchschnitt 1.242 % im Kote wiedererschienen, dass also die Seifen vom Darm aus unbedingt resorbiert werden. In der zweiten Versuchsreihe fütterte er einen Hund mit Pferdefleisch und Erucin, dem aus Rüböl dargestellten Glycerid der Erucasäure. Der

Versuch das Erucin nach der Tötung des Tieres in seinem Fette nachzuweisen, gelang nicht mit der wünschenswerten Sicherheit. Derselbe Versuch wurde in der Form wiederholt, dass an Stelle des Erucins die daraus dargestellte Natronseife verfüttert wurde, und jetzt fand Verf. den gesuchten Beweis, dass das zugeführte fremdartige Fett, wenn auch in geringer Menge, im Körper abgelagert wurde. Verf. kommt zu dem Schluss, dass sich die Hauptmasse des gesamten Fettes im Organismus gebildet habe, und dass das Nahrungsfett für den Fettansatz eine nur unbedeutende Rolle spiele. Dies war die erste Arbeit, welche uns darüber Aufschluss geben sollte, ob Nahrungsfett im tierischen Körper zum Ansatz gelangt.

Subbotin lieferte einen Beitrag zur Entscheidung derselben Frage, indem er einen durch vorheriges Hungern abgemagerten Hund während eines Monates mit Fleisch und Spermacet fütterte. Das letztere wurde mit 2 Teilen Talg vermischt, um dadurch eine leichter schmelzbare und resorbierbare Masse zu gewinnen. Die Untersuchung des Kotes ergab, dass wenigstens 800 g Spermacet und mehr als die doppelte Menge Talg resorbiert waren. Nach dem Töten des Hundes fand der Versuchsansteller im Unterhautzellgewebe gar kein Fett, im Netz und Gekröse nur ganz minimale Spuren davon. Daraus folgert er, dass das resorbierte Spermacet fast gänzlich im Blut zerstört wurde. Verf. möchte den Uebergang der Nahrungsfette aus dem Darmkanal in das subcutane Fettgewebe beim Fleischfresser ganz verneinen und hält ihn beim Pflanzenfresser für sehr unwahrscheinlich.

Aus 2 weiteren Versuchen, in welchen Palmöl resp. eine ölsäurefreie Seife an abgemagerte Hunde gefüttert wurde und nach der Tötung das reichlich abgelagerte Fett sich als normales Hundefett erwies, zieht Subbotin den Schluss, dass ein direkter Übergang des Nahrungsfettes in das Fettgewebe zwar immerhin möglich, aber unwahrscheinlich sei. Das neu gebildete und angesetzte Fett könne nur aus den Albuminaten entstanden sein

In seiner grossen Abhandlung „Über die Gärung und die Quelle der Muskelkraft“ (77) bespricht Liebig auch die Frage der Fettbildung (77, S. 216 resp. 471) in der ihr von Voit verliehenen neuen Gestalt. Er macht einige Einwände gegen Voits Versuche, welche eine Fettbildung aus Eiweiss beweisen sollen Er weist darauf hin, dass im Respirationsversuche von Petten-

KOFER und VOIT, in welchem 3.8 g Kohlenstoff im Körper als Fett (5 g) abgelagert werden sollten, die Berechnung der Kohlenstoffmenge des Harns aus dem Mittel von 10, der des Kotes aus dem Mittel von 7 Versuchen gemacht, dagegen aber nur 3 Respirationsversuche zur Bestimmung des Kohlenstoffs in der ausgeatmeten Luft in Rechnung genommen wurden. Es könne in eine solche ein, wenn auch kleiner Fehler sich eingeschlichen haben. Man müsste ja die Ausgaben an Kohlenstoff im Kot und Harn auf die nämlichen Tage beziehen, an welchen der Kohlenstoff der ausgeschiedenen Kohlensäure bestimmt wurde, um eine richtige Bilanz bekommen zu können. Ausserdem würden von VOIT die täglich im Fleisch enthaltenen 5 g Fett unberücksichtigt, welche genau 3.8 g Kohlenstoff entsprechen. Es wäre viel wahrscheinlicher, dass die 5 g Nahrungsfett im Körper zum Ansatz gelangten, als dass diese 5 g zerstört und andere 5 g aus den 3.8 g Kohlenstoff gebildet und angesetzt würden. LIEBIG meint, man könne daher nicht diesen Versuch VOITS als beweisend für die Fettbildung aus Eiweiss betrachten.

Was VOITS Versuch an der Milchkuh betreffe, so gehe VOIT, ebenso wie seinerzeit THOMSON, von der irrigen Vorstellung aus, dass eine eiweissreiche Nahrung die Butterbildung steigere, während die Erfahrungen lehrten, dass nur der Milchertrag gesteigert werde. Man könnte von einer Fettbildung aus Eiweiss sprechen, wenn bewiesen würde, dass der Fettgehalt der Milch nach Zusatz von Albuminaten zum Futter merklich und dauernd gestiegen wäre. Die Beobachtung habe aber nur ergeben, dass nach Zusatz von Mehl zum Heu eine grössere Milchmenge geliefert wurde. Die Rechnung von VOIT zeige uns ausserdem, dass alles verdaute Eiweiss der Nahrung sich im Körper der Milchkuh unter Fettbildung umsetze und zur Bildung des Fettes und des Milchzuckers zusammen mit dem Nahrungsfette beitrage. Daraus könne man ersehen, dass VOIT eine sehr wichtige Thatsache unberücksichtigt liess, nämlich dass jedes Tier im Beharrungszustand einer gewissen Menge von Eiweissstoffen sowie von stickstofffreien Stoffen zur Unterhaltung seiner inneren Arbeit bedarf. Nach VOIT bleibe aber kein Eiweiss für die innere Arbeit des Tieres übrig, da sich das gesamte verdaute Eiweiss in Harnstoff und Fett umsetze. Es bleibe nichts übrig, als anzunehmen, dass die Kuh aus den stickstofffreien Stoffen ihre Bedürfnisse bestritten hatte.

In sehr scharfem Tone werden von Liebig die Voit'schen Versuche besprochen und als wissenschaftlich nicht stichhaltig verworfen.

Selbstverständlich liess die Antwort von Voit nicht lange auf sich warten. Er bespricht (142) ausführlich den ganzen Liebig'schen Aufsatz „Über die Quelle der Muskelkraft", und kommt auch, wie Liebig, zur Frage der Fettbildung (142, S. 371—388). Hier bilden aber die mehr oder minder zutreffenden Erwiderungen auf Liebigs Einwände den Hauptteil der Abhandlung. Wir möchten nur noch dieser Arbeit Voits die Zahlen für die im II. Suppl.-Bd. 1862 und 1863 von Liebigs Annalen angegebenen Respirationsversuche entnehmen, welche dort nur flüchtig mitgeteilt wurden, hier dagegen ausführlich gegeben werden.

Versuch I. 19. Februar 1861 (142, S. 377).
Fütterung mit 1800 g Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch	61.20	225.4
Aus: im Harn	59.46	35.4
im Kot	0.65	4.3
In Haut und Lungen	—	179.0
	60.11	218.7
Differenz	+ 1.09	+ 6.7

Versuch II. 3. April 1861.
Fütterung mit 2500 g Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch	85.00	313.0
Aus: im Harn	84.38	50.6
im Kot	1.00	6.7
In Haut und Lungen	—	213.6
	85.38	270.9
Differenz	— 0.38	+ 42.1

In diesem letzteren Versuche sind also 14 % des Kohlenstoffs des zersetzten Eiweisses, entsprechend 52 g Fett, im Körper zurückgeblieben. Um zu zeigen, dass es sich hier um einen gesetzmässigen Vorgang handelt, führt Voit noch einen Versuch als Beispiel an. Der Versuch ist vom 21. Juni 1863 Der Hund erhielt nach längerer Fütterung mit 1500 g Fleisch 2000 g Fleisch. Der erste Tag ergab:

21. Juni 1863 (142, S. 378).
Fütterung mit 2000 g Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch	68.0	250.4
Aus: im Harn	66.5	39.9
im Kot	1.4	9.2
In Haut und Lungen	—	158.3
	67.9	207.4
Differenz	+ 0.1	+ 42.7

„Es fehlen demnach 18 % des Kohlenstoffs des zersetzten Fleisches oder es gehen hier aus 100 g Eiweiss 9 % Fett hervor."

Dieser letzte Versuch wird von Voit, zusammen noch mit einem vom 26. Juni 1863, welcher 1871 mit vielen anderen veröffentlicht wurde (101, S. 433—497), als der wichtigste von allen Versuchen, welche für die Fettbildung aus Eiweiss sprechen, bezeichnet. Der Versuch vom 21. Juni 1863 ergab (101, S. 485 f.) einen Fettansatz von 57.8 g, der vom 26. Juni 1863 (101, S. 451—468) von 58.5 g. In beiden Fällen wurden dem Hunde 2000 g Fleisch gereicht. Aber auch viele andere in der genannten Veröffentlichung angegebene Versuche beweisen eine Fettbildung aus Eiweiss. Es sind 12 Versuche, in welchen nach Voit Fett aus Eiweiss entstehen soll, und zwar machen die angesetzten Mengen von Fett im Maximum 9.8 % des zersetzten, trockenen Fleisches aus. In den beiden erstgenannten Versuchen (vom 21. und vom 26. Juni 1863) bildet der Fettansatz 12.2 resp. 11.5 % des zersetzten, trockenen Fleisches. Wir ersehen daraus, dass Voit seine Ansicht über Fettbildung aus Eiweiss auf ziemlich viele (nämlich 16) Versuche stützte. Was den Wert dieser Versuche anbetrifft, so kommen wir noch weiter unten darauf zurück.[1])

---

[1]) Auch Toldts Arbeit aus dem Jahre 1870 (Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wiss., 1870, S. 445—466) wurde oft als Beweis einer Fettbildung aus Eiweiss angeführt (Hofmann, Weiske und Wildt). Wir müssen bedauern, bei Toldt nichts gefunden zu haben, was für unsere Frage Bedeutung haben könnte. Toldt hat keine diesbezüglichen Versuche angestellt. Er nimmt die von Voit und Subbotin gelieferten Beweise als Thatsache hin und geht darauf nicht näher ein (S. 461). Ihn hat ja auch nicht die Frage der Fettbildung beschäftigt. Wir wollten nur darauf hinweisen, dass es verfehlt ist, Toldts Arbeit als Beweis in dieser Frage anzuführen, wo es sich meist um einen experimentellen Beitrag zur Lösung der Frage handelt.

Der bis dahin noch immer nur vermutungsweise angenommene, von manchen (V. Subbotin) sogar geleugnete, in der Frage der Fettbildung aber höchst wichtige Übergang des Nahrungsfettes in die Gewebszellen wurde 1872 von Hofmann definitiv erwiesen (38). Die von Hofmann unternommene Lösung der Frage unterschied sich schon durch die Fragestellung selbst von der Subbotins und Radziejewkys. Während die letzteren an die Versuchstiere fremde, im Körper des betreffenden Tieres (Hundes) normal nicht vorkommende Fette verfütterten (Subbotin Spermacet und Radziejewsky Erucin), verabreichte Hofmann seinem Hunde Speck. Es kam also Hofmann darauf an, die Ablagerung „der normal vorkommenden" Fette zu entscheiden. Der von Hofmann verwendete Hund besass ein Anfangsgewicht von 26.45 kg und verlor nach 30tägigem Hungern 10.45 kg, d. i. 39.51 % von seinem Körpergewicht. Überhaupt seien in Versuchen, wo man vom fettfreien Zustand des Tieres ausgehen muss, junge, fettarme Individuen anzuwenden, welche vor dem Versuche so lange hungern, bis sie $^1/_3$—$^1/_2$ von ihrem Körpergewicht verloren haben. Der in diesem Versuche gebrauchte Hund erhielt, nachdem er schon möglichst fettfrei geworden, fettreiches Futter mit wenig reinem Fleische. Der Hund erhielt am 1. Tage 400 g Speck und 200 g Fleisch, am 2.—4. Tage je 500 g Speck und 200 g Fleisch und am 6. Tage 600 g Speck und 150 g Fleisch. Er frass diese Portionen mit grosser Gier, und erst am 5. Tage erbrach er, nachdem er 8 Stunden vorher zum letzten Mal gefüttert worden war. Am 6. Tage nahm das Tier nur 13.3 g Speck und 36.8 g Fleisch zu sich. Es waren somit in den 5 Fütterungstagen vom Hunde verzehrt:

	wasserfr. Fett in g	Fleisch frisch	Eiweiss im Speck trocken	N im Fleisch und Speck	Fett aus Eiweiss mögl.
im ganzen . . .	2389.1	986.8	39.5	39.7	130.7
im Tag	477.8	197.3	7.9	7.94	26.1

Zur Bestimmung der Menge des vom Darme resorbierten Fettes wurde der Kot, sowie das vom Tiere Erbrochene und nach dem Tode desselben der Magen- und Darminhalt untersucht. Alsdann ergab sich:

Fett im Futter verzehrt	Nicht resorbiertes Fett
2388.8 g	534.8 g.

Es wurden demnach vom Nahrungsfette 1854.0 g resorbiert. Dazu kommen die 130.7 g aus Eiweiss. Das Tier hatte also

1984.7 g oder täglich 396.9 g Fett zur Verfügung gehabt. Die nach der Tötung des Hundes vorgenommene Analyse des Gesamttieres ergab 1352.7 g Fett = 6.92 % des Lebendgewichts.

Vergleicht man die im Körper gefundene Menge von 1352.7 g Fett mit der in der Nahrung erhaltenen und aus Eiweiss entstandenen, so bekommt man (a. a. O., S. 177):

	In 5 Tagen g	Trifft im Tage g
Resorbiertes Fett der Nahrung . . .	1854.0	370.8
Aus Eiweiss entstanden	130.7	26.1
Dem Körper steht zur Verfügung . .	1984.7	396.9
Im Körper aufgefunden	1352.7	270.5
Zerstört	632.0	126.4

Es sei daraus leicht ersichtlich, dass das Eiweiss allein nicht im Entferntesten die ganze aufgefundene Fettmenge decken könne. Grosse Mengen des im Tierkörper abgelagerten Fettes müssen vom Nahrungsfette herrühren. Hiermit sei also der Übergang von Nahrungsfett in das Zellgewebe bewiesen.

Die oben besprochenen Versuche von Voit, Subbotin, Radziejewsky, Hofmann wurden meist an Carnivoren (Hunden) angestellt. Weiske (152) hält demgemäss die Fettbildung aus Eiweiss und den Ansatz von Nahrungsfett beim Carnivoren für bewiesen. Für Omni- und Herbivoren sei aber die Frage noch nicht entschieden. Er habe deshalb mit E. Wildt einen Versuch an Ferkeln unternommen. Die zu diesem Versuche verwendeten 4 Tiere waren 6 Wochen alte Schnittferkel der englischen Rasse, welche sich in gleichem Ernährungszustande befanden und auch sonst einander sehr ähnlich waren. Zwei von diesen Tieren wurden schon am Anfang des Versuches, behufs Berechnung der Anfangszusammensetzung der Tiere, getötet und auf ihr Gehalt an Eiweiss, Fett und sonstigen Bestandteilen untersucht, ein Weg, der bei diesen und ähnlichen Versuchen fast immer eingeschlagen wurde.

Von den übrigen 2 Ferkeln schied das eine aus, da es die ihm gereichte zu eiweissreiche Nahrung nicht vertrug. Der Versuch, welcher vom 8. August 1871 bis zum 7. Februar 1872 dauerte, wurde also nur an dem einen Ferkel No. I ausgeführt, das während des ganzen Versuches zwar gesund blieb, aber nur sehr langsam an Gewicht zunahm und nach $^1/_2$jähriger Fütterung

noch unverhältnismässig klein war. In der Zeit vom 8. August 1871 bis zum 7. Februar 1872 wurden von diesem Ferkel 21.836 kg trockene Stärke, 23.560 kg trockene Kleie und 130.861 kg trockene Kartoffeln verzehrt. Von den darin enthaltenen Nährstoffen wurden verdaut an (152, S. 10):

Proteïn	Ätherextrakt	Rohfaser	N-fr.	Mineralst.
14324.36 g	574.79 g	3547.06	142338.74 g	2832.72 g

Am 7. Februar 1872 wurde das Schwein durch Verbluten getötet. Das Resultat zeigt die folgende Tabelle (152, S. 117):

Zusammensetzung des	Proteïn kg	Fett kg	N fr kg
Kartoffelschweins	2.2835	7.0138	0.4101
Ferkels No. IV	1.0410	0.8740	0.0843
In der Versuchszeit produziert	1.2425	6.1398	0.3258
Hiervon ab: verdautes Nahrungsfett . . .		0.5748	
Demnach im Körper gebildet		5.5650	

Von dem verdauten Proteïn (14.3244 kg) wurden nur 1.2425 kg angesetzt. Es bleiben also zur Fettbildung 13.0819 kg Proteïn, welche nach der Annahme Hennebergs, dass aus 100 g Eiweiss 51.4 g Fett entstehen, 6.7241 kg Fett zu bilden vermögen. Das verdaute Proteïn reichte demnach sogar bei eiweissarmer Nahrung zur Deckung des gesamten Fleisch- und Fettansatzes aus. Gegen diese Berechnung Weiskes wurden später von verschiedenen Seiten Einwände gemacht. Um aber nicht den zeitlichen Zusammenhang der einzelnen Veröffentlichungen zerreissen zu müssen, wollen wir auf dieselben an anderer Stelle eingehen.

Diese im Jahre 1874 erschienene Arbeit war auch die letzte, welche für die Fettbildung aus Eiweiss zu sprechen schien. Zwar ist diese Lehre noch lange Zeit als richtig angesehen worden, und noch 1881 vertritt sie mit grossem Eifer Hoppe-Seyler (42). Aber allmählich werden Zweifel daran laut, dass das Eiweiss, abgesehen vom Nahrungsfett, die einzige Quelle der Fettbildung sei. So sagte schon Henneberg 1876 (35) in der Naturforscher-Versammlung zu Hamburg, dass er mit Gilbert die Fettbildung aus Kohlehydraten beim Schweine

nicht bezweifle. In derselben Mitteilung, wo er die aus Eiweiss möglicherweise entstehende Fettmenge noch einmal berechnet, giebt er der Hoffnung Ausdruck, dass man schon bald zur Einsicht gelangen werde, dass auch bei anderen Tieren die Kohlehydrate zur Fettbildung beitragen. Die neueren Versuche seien in ihren Ergebnissen ganz hart an die Grenze der aus Fett- und Eiweissstoffen möglichen Fettbildung angelangt.

Auch fing man an, auf manche sonstige Stütze der Voit'schen Lehre nicht mit dem früheren Vertrauen zu blicken. Alfred Sécretan (125) bestreitet die Behauptung, dass die Bildung von Leichenwachs (Adipocire) die Umwandlung von Albumin in Fett beweise, zumal es nicht feststehe, dass fettfreie Leichenteile Fettwachs liefern können. Was die Beobachtungen über die Umsetzungen im Käse anbetrifft, so stimmen diese bekanntlich nicht überein. Sécretan hat auch einen Versuch angestellt, um die Fettbildung aus Eiweiss bei der Fäulnis zu beobachten. Er hatte entfettete Portionen von Eier- oder Muskeleiweiss in porösen Thongefässen gehalten, welche in der Erde, in stehendem oder fliessendem Wasser 7 Monate lang aufbewahrt wurden. Nach Ablauf der 7 Monate fand er in den Zersetzungsprodukten einen Körper, der ein Umwandlungsprodukt des Indols zu sein schien, ausserdem aber Ammoniak, Leucin und wenig flüchtige Fettsäuren, jedoch kein Neutralfett enthielt. Ein grosser Teil des Eiweisses war gar nicht zersetzt worden. Danach glaubt Sécretan die Fettbildung bei der Fäulnis des Eiweisses leugnen zu dürfen.

H. v. Liebig (71) kommt anlässlich einer Abhandlung von Lawes und Gilbert im Journal of Anatomy and Physiology 1877 auf die Fettbildung aus Kohlehydraten zu sprechen. Gilbert habe in der genannten Abhandlung erklärt, dass er, von Voit aufgefordert, seine Fütterungsversuche an Schweinen zu wiederholen, die Ergebnisse seiner alten Versuche durchgesehen und nochmal berechnet habe. Er bleibe deshalb bei seiner alten Ansicht über Fettbildung und sehe sich nicht veranlasst, neue diesbezügliche Versuche anzustellen. H. v. Lierig hält mehrere Versuche, darunter 2 von Lawes und Gilbert, für die Fettbildung aus Kohlehydraten für vollkommen beweiskräftig. Er zeigt an 3 Versuchen von Lehmann (Fütterung mit Gerste), 1 von Rese (Gerste und Kartoffeln), 2 von Lawes (1. Gerste, 2. Linsen und Erbsen), dass das von den Schweinen im Futter aufgenommene Eiweiss, sowie das Fett der Nahrung nicht aus-

reichen, die im Körper der Tiere abgelagerten Fettmengen zu erklären. Es müssen die Kohlehydrate zu Hilfe genommen werden und oft sogar für bedeutende Mengen Fett.

Auch wird die Möglichkeit einer Fettbildung aus Kohlehydraten bei der Gärung zugegeben, eine Thatsache, welche schon von Liebig als Beweis für die Fettbildung aus Kohlehydraten angeführt wurde. So stellte Hoppe-Seyler Untersuchungen „über Gärungsprozesse, Synthesen bei Gärungen“ (43) an und fand, dass 1. sowohl durch Fäulnis, als auch durch Einwirkung von Ätzalkalien gewisse Kohlehydrate, ebenso Glycerin, in Milchsäure überzugehen vermögen, dass 2. sowohl durch Fäulnis, als auch durch Einwirkung von Ätzalkalien aus der Milchsäure, also auch aus Kohlehydraten, eine Reihe fetter Säuren entstehe, welche nach ihrem Verhalten als normale Säuren charakterisiert seien. Hoppe-Seyler äussert die Meinung, dass diese Verhältnisse vielleicht Andeutungen über den Weg gäben, auf welchem in Tieren und Pflanzen Fette gebildet werden, wenigstens soweit es die Entstehung von fetten Säuren anlange.

Was die Frage der Resorption des Nahrungsfettes und im besonderen der Fettsäuren betrifft, so wurde bekanntlich diese Frage von Radziejewsky, Subbotin und Hofmann in einigermassen helles Licht gestellt Auch in den uns jetzt beschäftigenden Jahren 1879—1880 erschienen einige Arbeiten darüber, so von Will und Munk. Aber schon 1872 hatte Radziejewsky noch einen neuen Versuch veröffentlicht, in welchem ein Hund mit Pferdefleisch und Hammelfettseife gefüttert und wo trotz der harten Beschaffenheit der Hammelfettseife ca. 88.5 % derselben aufgenommen worden war. Durch diesen Versuch wollte Radziejewsky die von ihm aufgestellte Behauptung, dass Fettseifen im Darmkanal resorbiert werden und Fettansatz bewirken können, gegen verschiedene hauptsächlich von Subbotin gemachte Einwände aufrecht erhalten.

Auch Perewoznikoff (97) teilt 1876 einige zur Entscheidung der Frage von ihm angestellte Versuche mit, ob eine Synthese des Fettes aus Seifen und Glycerin im Darmepithel und in den Zotten stattfindet. Er fütterte zu diesem Zwecke Hunde mit Eiweiss, Glycerin und fettfreier Seife. Einer anderen Gruppe von Tieren wurde ein Gemisch von Seife und Glycerin un-

mittelbar in den Dünndarm gebracht. Einer dritten Gruppe wurde eine Seifenlösung allein, ohne Zusatz von Glycerin, in das Duodenum eingespritzt. Aus allen diesen Versuchen glaubt Perewoznikoff schliessen zu dürfen, „dass wie im Darmepithel, so auch vielleicht im Gewebe der Zotten Fette aus Seife und Glycerin gebildet werden". Später (1883) hat Ewald (21) diese Beobachtung durch Behandeln eines Gemisches von Glycerin und Fettsäuren mit Darmschleimhaut frisch getöteter Tiere bestätigt.

Alfred Will (155) hat ebenfalls zum Zwecke des näheren Studiums der Fettresorption eine Reihe von Versuchen an ausgehungerten lebenden Fröschen und an ausgeschnittenen Froschdärmen angestellt. Bei diesen Versuchen wurden Olivenöl, absolut reine Palmitinsäure mit und ohne Zusatz von Glycerin, sowie verseifte Palmitinsäure ebenfalls mit und ohne Zusatz von Glycerin angewendet. Die mikroskopische Untersuchung zeigte nach Anwendung von Überosmiumsäure die Darmepithelien reichlich mit Fetttropfen erfüllt.

Immanuel Munk (86 und 87) erforschte diese Frage auch in Bezug auf die Quantität des im Darmrohre resorbierten Fettes. Er unternahm mehrere Fütterungsreihen an Hunden abwechselnd mit Fett und Fettsäuren, um die Ausnutzung der letzteren im Darmkanal, sowie ihre Einwirkung auf die Zersetzungsprozesse festzustellen. Es wurden Schweinefett und die daraus gewonnenen Fettsäuren angewendet: das aus dem Schweinefett erhaltene Gemisch von Fettsäuren schmilzt bei 35—36° C., also unterhalb der Körpertemperatur.

Noch von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die Hauptquelle der Fettbildung Eiweiss ist, suchte Munk zunächst die Thatsache festzustellen, ob überhaupt und in welchem Grade die Fettsäuren „die physiologische Bedeutung des Fettes als eines vorzüglichen Sparmittels für das Eiweiss" haben. Es wurde zu diesem Zwecke ein ca. 25 kg schwerer Hund mit 800 g Fleisch und 70 g Fett täglich gefüttert, bis er in N-gleichgewicht gebracht wurde. Sodann wurden die 70 g Fett durch die daraus gewonnene Menge von Fettsäuren ersetzt. Der Hund entleerte täglich im Durchschnitt

von 9 Tagen der Fettfütterung:
27.68 N mit dem Harn, 0.4 N mit dem Kot, macht 28.08 N,
von 6 Tagen der Fettsäurefütterung:
27.81 N mit dem Harn, 0.45 N mit dem Kot, macht 28.26 N.

Darnach wird durch Fettsäuren die gleiche Ersparnis an Eiweiss wie durch das Fett bewirkt. Die kleine Differenz (unter 1 %) käme nicht in Betracht.

Um das auf diese Weise gewonnene Resultat zu sichern, wurde der Versuch an einem grösseren Tier und während eines längeren Zeitraumes wiederholt. Das Versuchstier war ein grosser Hund von 31 kg Körpergewicht, welcher nach einer längeren Fütterung mit nur 600 g Fleisch und 100 g Fett in N- und Körpergleichgewicht versetzt wurde. Alsdann bekam der Hund 21 Tage lang Fettsäuren aus je 100 g Fett täglich und schliesslich folgte die 3. Periode, wo das Tier Fett erhielt. Die durchschnittliche tägliche Ausscheidung betrug:

I.	20.06	N	mit dem	Harn,	0.42	mit dem	Kot,	macht	20.48	N.
II.	19.42	„	„	„	0.5	„	„	„	19.92	„
III.	21.22	„	„	„	0.41	„	„	„	21.63	„

Das Körpergewicht schwankte in der 1. Periode zwischen 30.89 kg und 30.75 kg, in der 2. Periode (Fettsäuren) betrug es 30.85 kg und in der 3. Periode (Fett) 30.51 kg. Es ergebe sich also, dass ein Hund, welcher durch Fütterung mit Fleisch und Fett in N- und Körpergleichgewicht gebracht worden war, in demselben verharre, wenn 21 Tage hindurch das Fett durch die in demselben enthaltenen Fettsäuren ersetzt werde. Es komme also den Fettsäuren die gleiche Bedeutung als Sparmittel für Eiweiss zu, wie dem Fette. Was die Resorption der Fettsäuren anbetrifft, so fand Munk, dass dieselbe sehr ähnlich wie bei den Fetten erfolgt. Er versuchte zunächst Emulsionen der Fettsäuren darzustellen. So führte er 1—2 g Fettsäuren in 20 ccm einer $^1/_4$prozentigen Sodalösung in eine schöne milchweisse Emulsion über. Ebenso emulgieren in einer 7prozentigen Lösung von Serumalbumin $^1/_2$ g und darüber Fettsäuren. „Da nun ähnliche Bedingungen sich im Darmkanal finden, so dürfte der Vorgang der Emulgierung freier Fettsäuren auch innerhalb des Darmrohres ermöglicht sein.“ Die chemische Zusammensetzung des Chylus nach Fettsäurefütterung beweise, dass die Resorption in der That in der Form von Emulsion geschieht. Es fanden sich im Chylus verschiedener Hunde nach Fütterung mit Fettsäuren folgende Mengen vor:

	Hund von 18 kg, Fettsäuren von 70 g, $1^1/_2$—$2^1/_2$ Stunden.[1])	Hund von 21 kg, Fetts. von 100 g, $6^1/_2$—$7^1/_2$ St.[1])	Hund von 33 kg, Fetts. von 100 g, 7 Stunden.[1])	Grosser Hund, Fetts. von 120 g, 11 Stunden.[1])
Fett	0.87	1.01	2.33	1.75
Fettsäuren	0.14	0.07	0.41	0.101
Seifen	0.154	0.17	0.18	0.199

Daraus gehe hervor, dass der Übergang der Fettsäuren in den Chylus schon in der 2. Stunde nach der Fütterung derselben stattfindet, in der 7. Stunde den Höhepunkt erreicht, „auf dem er, wie es scheint, noch in der 11. Stunde verharrt". Nach Fettsäurefütterung ist der nachweisbare Gehalt des Chylus an freien Fettsäuren 0.07—0.41 g pro Stunde. Der Gehalt des Chylus an Seifen zeigt nur geringe Differenzen (0.154—0.199), ungeachtet der Resorption der Fettsäuren. Die Menge der nach Fettsäurefütterung durch den Brustgang strömenden Seifen sei sogar nicht erheblich grösser, als dies der Fall bei reiner Eiweissfütterung sei (0.147 g pro Stunde). Daraus müsse gefolgert werden, dass die Fettsäuren überwiegend in emulgierter Form zur Resorption gelangen. Ausserdem sei der Fettgehalt des Chylus nach Fütterung mit Fettsäuren um das 9—23fache gegenüber reiner Eiweissfütterung vermehrt, so dass angenommen werden muss, dass die Fettsäuren zum grössten Teil durch Synthese mit Glycerin in Fett umgewandelt worden sind.

A. Lebedeffs Veröffentlichungen über Ansatz von Nahrungsfett im Tierkörper gehören ebenfalls ins Jahr 1882. Der eine von ihm mitgeteilte (63) Versuch an 2 Hunden, welchen als Nahrungsfett Tributyrin beigebracht wurde, liess keinen Ansatz dieses Stoffes nach längerer Fütterung nachweisen. Aber schon in demselben Jahre konnte Lebedeff in einer vorläufigen Mitteilung (64) über andere Versuche berichten, welche für einen Ansatz von Nahrungsfett sprachen.

Zwei Hunde wurden einen Monat lang einer vollständigen Inanition unterworfen, während welcher sie 40 % des Körpergewichts eingebüsst hatten, also nahezu fettfrei geworden waren. 3 Wochen hindurch wurde alsdann der eine Hund mit Leinöl, der zweite mit Hammelnierentalg gemästet, bis sie ihr ursprüngliches Gewicht wieder erlangt hatten. Nach dem Töten wurde in den Geweben des ersteren mehr als 1 kg von flüssigem, bei 0 ° erstarrendem Fettöl gefunden, welches in seinem chemischen

[1]) Nach der Fettsäurefütterung.

Verhalten mit dem Leinöl sehr nahe übereinstimmte. Das Fettgewebe des zweiten Hundes, welcher Hammelnierentalg bekommen hatte, enthielt „sowohl subcutan, als in den inneren Organen, also auch im Muskelfett,[1]) eine Fettart, welche fast identisch mit Hammeltalg war". Die Tiere waren die ganze Zeit über gesund; die inneren Organe erwiesen sich intakt. Es sei somit ein direkter Übergang von fremdem resp. Nahrungsfett in die Zellen der Fettgewebe des Tierkörpers nachgewiesen.

Die Resultate Lebedeffs wurden von J. Munk (88) unter Anwendung aller Cautele bestätigt. Ferner hat derselbe Forscher die früher von ihm durch Untersuchung des Chylus erwiesene Synthese verfütterter Fettsäuren zu Neutralfett dadurch bestätigt, dass er durch Hungern fettfrei gemachte Hunde einmal mit Erukasäure, das andere Mal mit den aus Hammeltalg dargestellten Fettsäuren fütterte und danach reichliche Ablagerung der entsprechenden Neutralfette konstatierte (88 und 89). Endlich hat Munk zusammen mit Rosenstein (94) 1890 diese Synthese durch Untersuchung von normalem menschlichen Chylus, der einer Fistel entfloss, bestätigen können.

Die Frage der Fettbildung aus Eiweiss beim Reifen des Käses ist als ein Teil der Frage der Fettbildung aus Eiweiss überhaupt von grosser Wichtigkeit. Wie schon oben erwähnt, wurde zunächst von Blondeau 1864 eine solche Fettbildung aus Eiweiss beim Reifen des Käses beobachtet. Brassier widersprach der Behauptung Blondeaus. Seit dem Jahre 1865 wurden mehrere Beobachtungen bekannt, die teils für, teils gegen eine Fettbildung aus Eiweiss beim Reifen des Käses sprachen (47). Im Jahre 1880 erschienen 2 Veröffentlichungen darüber: die eine rührt von Nadina Sieber her, die zweite von O. Kellner.

N. Sieber (126) untersuchte 3 verschiedene Käse: I. einen ganz frischen, ungesalzenen, nicht eingekellerten Roquefortkäse, dann II. einen eingesalzenen, einen Monat im Keller aufbewahrten und III. einen ganz alten, reifen Käse.

Das Ergebnis der Analysen dieser Käse lautete dahin, dass die Reifung wesentlich im Wasserverlust, Eiweisszerfall, nicht aber in Fettbildung bestehe. Das Verhältnis der Proteïnsubstanzen zu Fett war auf Trockensubstanz berechnet:

[1]) Wie das auch Radziejewsky beobachtet hatte.

	I	II	III.
Fett	53.91	49.94	56.14 %.
Proteïnstoffe	40.80	40.53	37.78 „

Der etwas grössere Fettgehalt des Käses III erkläre sich durch eine weniger abgerahmte Milch.

O. Kellner (47) stellte seine Versuche über die Entstehung von Fett aus Eiweiss beim Reifen des Käses in der Weise an, dass er zur Vermeidung der Ungenauigkeiten, welche bei solchen Untersuchungen aus der Veränderung des Trockensubstanzgehaltes im Käse herrühren können, das Verhältnis des Fettes zu einem während des Reifens unveränderlichen Bestandteile des Käses zur Beurteilung der Verminderung oder Vermehrung des Gehaltes des Käses an Fett wählte. Er untersuchte von einem mitten im Reifen begriffenen Allgauer Backsteinkäse die äussere speckige Schicht und den inneren reinweissen Kern und stellte in beiden Teilen das Verhältnis des Fettes zu Kalk und Phosphorsäure, welche er als die sich wenig verändernden Käsebestandteile betrachtet, fest. Von den zum Versuche dienenden 2 Käsen war No. I älter als No. II. Es wurde nun im Käse I gefunden (47, S. 44):

in dem wenig veränderten Kern: 1.049 % Phosphorsäure und 11.26 % Fett,
in der gereiften äusseren Schicht: 1.035 „ „ „ 10.82 „ „

Auf 1 Teil Phosphorsäure kommen demnach:

in dem wenig veränderten Kern . .	10.73 Teile Fett
in der gereiften Schicht	10.46 „ „

Der auf Phosphorsäure und Kalk untersuchte Käse II enthielt:

	auf 1 Teil Phosphorsäure	auf 1 Teil Kalk
in dem wenig veränderten Kern . .	23.30 Teile Fett	77.76 Teile Fett
in der gereiften Schicht	22.60 „ „	77.12 „ „

Es ist also daraus ersichtlich, „dass beim Reifen des Backsteinkäses eine Neubildung von Fetten nicht stattfindet". Die besprochenen Untersuchungen von N. Sieber und O. Kellner schienen die Frage gelöst zu haben. Neuere Untersuchungen über die Bildung von Fett beim Reifen des Käses sind unseres Wissens wenigstens seitdem nicht veröffentlicht worden.

Auch die Wachsbildung durch die Bienen, auf welche sich Voit so sehr stützte, wurde allmählich zu einer Waffe gegen

Voits Lehre. Er hatte nämlich behauptet, dass das Wachs aus dem Eiweiss gebildet werde, welches im Pollen den Bienen geboten wird. Schon im Jahre 1871 versuchte aber Hoppe-Seyler (41) darzuthun, dass die Bestandteile des Bienenwachses sich fertig gebildet in den Pflanzen finden. Es sei kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass die Bienen Wachs in ihrem Körper erzeugen. Man kenne auch keine wachscernierenden Organe bei der Biene. Hoppe-Seyler steht demnach auf demselben Standpunkte, welchen Dumas, Boussingault, Milne-Edwards vor dem Jahre 1843 in Bezug auf die Wachsbildung, wie auf die Fettbildung überhaupt, eingenommen haben. Nach dieser Behauptung Hoppe-Seylers würde also die Wachsbildung nicht mehr als Beweis für Voits Lehre gelten können, was eine Verminderung der Wahrscheinlichkeit der Fettbildung aus Eiweiss überhaupt bedeutet. Man ging aber noch weiter, indem man sogar die Wachsbereitung durch die Bienen als Beweis für die Fettbildung aus Kohlehydraten anführte.

W. v. Schneider (121) unternahm zum Zwecke der Entscheidung der Frage der Fett- (Wachs-) Bildung aus Kohlehydraten zahlreiche Analysen vom Pollen (Bienenbrod). Er fand, dass der Stickstoff darin in Form von löslichem und unlöslichem Eiweiss und von Peptonen enthalten ist.

Auf Grund seiner Analyse des Pollens zeigt nun v. Schneider, dass die von Berlepsch'sche Beobachtung einer Steigerung der Wachsproduktion nach Zusatz von Eiweiss zum Honig gegen die Voit'sche Theorie und für eine Wachsbildung aus Kohlehydraten spricht. Das Plus von 117 g Pollen, welches zu einer Mehrbildung von 33 g Wachs Anlass gab, enthielt nämlich höchstens, 22 g Eiweiss entsprechend, 12 g Wachs und ca. 10 g präformirtes Wachs. Es müssen also 11 g Wachs aus Kohlehydraten entstanden sein.

E. Erlenmeyer und A. v. Planta-Reichenau (17) haben bei ihren zahlreichen Fütterungsversuchen an Bienen gefunden, dass die letzteren aus Frucht-, Trauben- und Rohrzucker Wachs produzieren. Ihre Analysen des Honigs zeigen, dass Honig verschiedenster Art 17—20 % Wasser, 60—80 % Zucker und sowohl Wachs, als auch coagulierbares Eiweiss und andere stickstoffhaltige Stoffe in sehr geringen Mengen enthält. Nach Gundlach und v. Berlepsch liefern 18 Lot Honig, an Bienen verfüttert, 1 Lot Wachswaben. Dieses Wachs muss im Körper

der Bienen gebildet werden, und zwar nicht aus Eiweissstoffen, wie Voit behauptet, sondern aus Zucker. Der Honig enthält so unbedeutende Mengen von Wachs und stickstoffhaltigen Substanzen, dass aus 18 Lot Honig in keinem Falle 1 Lot Wachs entstehen könnte, wenn man das Wachs sich nach Voit bilden lässt. Die von Liebig vertretene Ansicht der Wachsbildung aus Zucker sei die richtige.

Dieselben Verfasser veröffentlichten 1880 (19) 2 von ihnen an Bienen angestellte Fütterungsversuche, welche entschieden eine Fettbildung aus Kohlehydraten beweisen. Ein Schwarm, welcher sich in einem besonders dazu konstruierten, das Fortfliegen verhindernden Stock befand, erhielt nur Kandiszucker mit 0.1256 % N. Bei schlechtem Wetter bauten die Bienen kein Wachs. Dagegen bei günstigem produzierten sie aus 168.8 g trockenem Zucker 15.5 g Wachswaben, so dass nach Abzug des aus Eiweiss Entstandenen die Bienen aus je 18 g Zucker 1.589 g Wachs gebildet hatten. Der N- und Fettgehalt der Bienen blieb während des Versuches unverändert, das Wachs wurde also nicht auf Kosten des Körpereiweisses oder Fettes produziert.

Ein zweiter Schwarm von 745 g Bienen verzehrte 286 g trockenen Honig und baute 14.46 g Wachswaben, das ist, mit Abzug von dem aus dem Eiweiss und der wachsartigen Substanz des Honigs Entstandenen, aus je 18 g stickstofffreien Honig 0.8226 g Wachs. Auch in diesem Falle blieb der N-Gehalt der Bienen der gleiche, ihr Fettgehalt hatte sogar etwas zugenommen.

Interessant ist ausserdem die Thatsache, dass ein Zusatz von N-haltigen Substanzen (Gelatine, Pepton, Eiweiss etc.) zum Futter nur so lange die Wachsproduktion nicht beeinträchtigt, als er klein ist. Werden aber reichlich N-haltige Substanzen dem Futter der Bienen beigemengt, so hört alsbald die Wachsproduktion auf und die Tiere gehen zu Grunde. Es darf demnach das Futter der Bienen nicht stickstoffreich sein.

Trotz der sicher stehenden Thatsache der Wachsbildung aus Kohlehydraten, betrachtet sie Erlenmeyer doch nicht als zwingenden Beweis für die Fettbildung aus Kohlehydraten, da Körperfett und Bienenwachs manche chemische Verschiedenheiten zeigen und die Prozesse der Fettbildung und der Wachserzeugung nicht ganz identisch seien.

Mit dem Jahre 1881 fängt die lange Reihe der Veröffentlichungen von Fütterungsversuchen an landwirtschaftlichen Nutztieren an, welche alle ausnahmslos in beredtester Weise für eine Fettbildung aus Kohlehydraten sprachen und zusammen mit den schon bekannten Versuchen von Lawes und Gilbert, sowie mit den soeben besprochenen Fütterungsversuchen an Bienen, die Entstehung von Fett aus Kohlehydraten über allen Zweifel erheben.

Der zuerst hier zu erwähnende Versuch wurde schon 1876—77 von Henneberg, Kern und Wattenberg an einem Hammel angestellt. Es ist der erste an einem Wiederkäuer angestellte Fütterungsversuch, der eine Fettbildung aus Kohlehydraten als eine Notwendigkeit vor Augen führt. Die Ansteller des Versuches selbst wurden durch E. v. Wolff (154) darauf aufmerksam gemacht, dass die Mengen der N-haltigen Nährstoffe und des verdaulichen Nahrungsfettes für die beim Hammel erzielte Fettproduktion nicht ausreichen. Demgemäss bespricht Henneberg den genannten Versuch in Bezug auf die Fettbildung ausführlich erst im Jahre 1881 (36).

Der zum Versuche von 1876—77 angewandte Hammel bekam Luzerneheu, Runkelrüben, Maisschrot und Sesamkuchen nebst Brunnenwasser ad libitum und $7^1/_2$ g Kochsalz pro Tag. Die in diesem Futter dem 3 Jahre alten Tiere pro Tag gereichten Nährstoffe sind:

N-h.	N-fr.	Fett	Summa	Nährstoffverhältnis
146 g	855 g	30 g	1031 g	1 : 6.37.

Der Versuch dauerte 70 Tage. Während dieser Zeit nahm der Hammel um 10.2 kg zu. Wir wollen hier die Fettbilanz nach Henneberg ausführlich angeben. Im ganzen konsumiert der Hammel in der 70tägigen Periode vom 28. November 1876 bis 5. Februar 1877, an deren Schluss er geschlachtet wurde:

Fett	2100 g
Stickstoffhaltige Nährstoffe als Eiweiss angenommen	10200 „
Von letzteren für Eiweissansatz verbraucht	936 „
Rest für andere Verwendung	9284 g
9284 g Eiweissstoffe liefern das Bildungsmaterial für höchstens $9284 \times 0.514 =$	4772 „
Fett, dazu obige	2100 „
Fett in der Nahrung, sind als Bildungsmaterial für Körperfett disponibel in der Form von stickstoffhaltigen Nährstoffen und von Fett als solchem	6872 g
Die Fettproduktion des Hammels betrug aber	9730 „

Mithin 9730—6872 = 2858 g oder (6872 : 2858 = 100 :) **42 %** mehr.

Es müssen also 42 % des Fettansatzes von den Kohlehydraten herrühren! Diese Menge bezeichnet Henneberg als Minimalwert, denn Wolff habe schon hervorgehoben, dass in der angeführten Rechnung unberücksichtigt geblieben wäre, dass 1. auch in der nachgewachsenen Wolle, sowie in den Schlachtabfällen Fett vorhanden sei, und dass 2. der gesamte Stickstoff des verdauten Luzerneheus auf Eiweiss bezogen wurde, während ein nicht geringer Teil des Stickstoffs in den Amidverbindungen enthalten sei, und meinte, demgemäss, dass der Fettüberschuss wohl um 1000 g zu niedrig angenommen wurde. Henneberg weist seinerseits als auf einen Fehler in der Berechnung auf den zu hoch angenommenen Ausnutzungskoeffizient der Eiweissstoffe hin. Die Menge der verdauten Proteïne müsse von 10220 auf 9457 g reduziert werden, und es würden demnach daraus nicht 4772, sondern nur 4380 g Fett entstehen können. Obendrein sei noch der Berechnung der Fettbildung aus Eiweiss die so hoch als nur irgend möglich gegriffene Henneberg'sche Zahl — 51.4 — zu Grunde gelegt worden.

Andererseits müsse der Fettüberschuss geringer sein, wenn der Futterkonsum des Hammels den durchschnittlichen Futterverbrauch der Hammel derselben Reihe übertrifft.[1]) Und es schiene auch in der That der Fall gewesen zu sein, dass der Futterverbrauch des Hammels den Durchschnitt überstieg. Es deute darauf sein Mastfortschritt hin, der sich dem durchschnittlichen gegenüber in dem Verhältnis etwa wie 117 : 100 zu günstig gestaltete. „Setzt man den Futterkonsum in demselben Verhältnis höher an, so steigert sich die Menge der Fettsubstanzen im Futter von 2100 auf 2457 g, die der sog. Eiweissstoffe von 10220 auf 11957 und das in beiden zur Verfügung stehende Fettbildungsmaterial von 6872 auf 8122 g". Da aber 9730 g Fett angesetzt wurden, so reicht auch unter der obigen Annahme der Eiweiss- und Fettgehalt des Futters zur Fettbildung nicht aus. Derselbe würde hierzu genügen, wenn der Futterkonsum des Versuchshammels zum durchschnittlichen Nahrungsverbrauch der ganzen Reihe im Verhältnis von 139 zu 100 stünde. Auch wenn der ursprüngliche Fettgehalt des

[1]) Es wurde ein durchschnittlicher Futterverbrauch der ganzen Abteilung angenommen und darnach die Menge der von jedem Hammel verzehrten Nährstoffe berechnet.

Hammels höher war, als es der des Kontrollhammels war, der zum Vergleiche diente, so würde der Fettüberschuss ebenfalls eine Verminderung erleiden müssen. Für das letztere scheint aber nichts zu sprechen.

Es müsse jedenfalls zugegeben werden, dass sich bei allen zulässigen Abzügen der Fettüberschuss im besprochenen Falle nicht auf Null reduzieren lässt, „dass also in der That hier eine Bildung von Fett direkt aus Kohlehydraten stattgefunden hat."

F. Soxhlet (127) bespricht zunächst die oben erörterten Versuche an Schweinen von Lawes und Gilbert aus dem Jahre 1850 und von Weiske und Wildt aus dem Jahre 1874. Er findet bei nochmaliger Berechnung, dass das Eiweiss und Fett der Nahrung zur Deckung des Fettansatzes nicht ausreichen. Das Defizit fällt namentlich in den letzten Versuchen ziemlich erheblich aus durch Berücksichtigung der inzwischen von Schultze und Barbieri festgestellten Thatsache, dass 35—52.6 % des N der Kartoffeln den nichteiweissartigen Verbindungen zukommt.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes werden vom Eiweiss und Fett der Kartoffeln (im Versuche von Weiske und Wildt) nur 67—85 % des angesetzten Fettes gedeckt. 33 bis 15 % des Fettansatzes müssen ihren Ursprung den Kohlehydraten verdanken.

Soxhlet hat auch selbst einen Versuch zur Lösung der Fettbildungsfrage angestellt. Zu diesem Versuche dienten 3 verschnittene, männliche Schweine der mittelgrossen weissen Yorkshirerasse. Eines von diesen 3 Tieren wurde am Anfang des Versuches geschlachtet, die übrigen 2 wurden mit Reis, einem eiweiss- und fettarmen, aber stärkereichen und von Amiden freien Futter gefüttert. Vom 23. April 1881 an verzehrte das Schwein II (Schwein I wurde geschlachtet) täglich im Durchschnitt 1.606 kg wasserfreien = 1.9 kg lufttrockenen, das Schwein III 1.6744 kg wasserfreien = 1.93 kg lufttrockenen Reis. Der Fettansatz der beiden Mastschweine wurde in der schon anlässlich des Versuches von Weiske und Wildt auseinandergesetzten Weise aus dem Schlachtresultat ermittelt. Die Resultate sind:

	II	III
Fett angesetzt	10.082 kg	22.180 kg
„ in der Nahrung aufgenommen	0.300 „	0.340 „
„ neugebildet	9.782 kg	21.840 kg
Stickstoff verzehrt	1.589 „	1.810 „
„ im Kot ausgeschieden	0.148 „	0.213 „
„ verdaut	1.441 kg	1.597 kg
„ im Körper angesetzt	0.887 „	0.450 „
„ -Differenz zwischen verdaut und angesetzt	0.554 „	1.147 „
Letztere N-menge im Körper als Eiweiss zersetzt liefert Fett (× 6.25 × 0.514)	1.779 „	3.685 „
Die aus Eiweiss mögliche Fettquantität beträgt Prozente der im Körper angesetzten Menge von Fett	18.2 „	16.9 „

Wir ersehen daraus, dass die Schweine 5—6 mal so viel Fett produziert hatten, als das Nahrungsfett und Eiweiss liefern konnten.

H. v. Liebig (72) erinnert anlässlich der Veröffentlichung von Soxhlet wiederum an die Versuche von Lawes, Lehmann und Heiden und äussert die Meinung, Soxhlet's Versuch wäre eigentlich überflüssig gewesen. Wir müssen aber darauf aufmerksam machen, dass gerade dieser Versuch von Soxhlet von sehr grosser Bedeutung für die vorliegende Frage ist, da er schärfer, als die bisherigen, die Fettbildung aus Kohlehydraten beweist.

B. Schulze (124) hat einen Versuch an Gänsen angestellt. Die 8 zum Versuche verwendeten Gänse entstammten einem und demselben Neste. Die 8 Gänse wurden in 4 Gruppen von möglichst gleichem Lebendgewicht geteilt und davon eine zur Ermittelung der Anfangszusammensetzung des Körpers der übrigen geschlachtet. Die Tiere jeder der 3 übrig bleibenden Gruppen wurden mit solchen Mischungen von Roggenkleie und Kartoffelstärke gefüttert, dass das Nährstoffverhältnis bei Gruppe I wie 1 : 5.1, bei Gruppe II wie 1 : 7.4 und bei Gruppe III wie 1 : 9.6 war.

Die Endresultate waren:

	Abteilung 1.		Abteilung 2.		Abteilung 3.	
	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5	Tier 6
Gesamte Fettzunahme . .	387.1	539.3	515.1	612.2	491.9	471.0
Durch verdautes Fett, Eiweiss und Asparagin der Nahrung gedeckt . . .	604.1	602.3	490.7	490.7	396.7	396.7
Bleiben ungedeckt, d. h. sind aus Kohlehydraten gebild.	— 217.8	— 63.0	+ 24.4	121.5	+ 95.2	+ 74.3
pCt. d. gesamt. Fettzunahme			4.7	19.9	19.4	15.8
Mittel			+ 73.0 od. 13.0 %		+ 84.8 od. 17.6 %	

(Es wurde hier von Schulze eine noch nicht bewiesene Fettbildung aus Asparagin angenommen und die daraus hypothetisch entstehende Menge von Fett nach Henneberg berechnet.) In den Abteilungen 2 und 3 musste also eine Fettbildung aus Kohlehydraten stattgefunden haben. B. Schulze steht übrigens noch so sehr unter dem Banne der Voit'schen Lehre, dass er seinen Befund als einen nur ausnahmsweisen und bei weitem Nährstoffverhältnis den Omni- und Herbivoren eigentümlichen betrachtet.

N. Tschirwinskys (135) Versuche an Ferkeln thuen ebenfalls die Fettbildung aus Kohlehydraten sehr deutlich dar. Sein erster diesbezüglicher Versuch datiert von den Jahren 1880—1881. Es dienten zu diesem Versuche zwei Ferkel der Prinz Albrecht- oder Windsor-Rasse, welche im Alter von 10 Wochen waren. Am 10. Dezember 1880, an welchem Tage der eigentliche Versuch begann, wurde das Ferkel I geschlachtet. Ferkel II dagegen wurde vom 10. Dezember 1880 bis 16. April 1881 (gegen 4 Monate) mit Gerste gefüttert. Das Tier verzehrte in dieser Zeit 91055 g lufttrockene Gerste und erlangte ein Lebendgewicht von 24150 g. Das Ergebnis des Versuches zeigen folgende Zahlen:

7494 g Eiweiss verdaut
1559 „ „ angesetzt

5935 g Eiweiss übrig zur Fettbildung
5935 „ „ liefern ($\times$ 0.514) . . 3051 g Fett
Nahrungsfett . . . 656 „ „

Summa: 3707 g Fett
Angesetzt: 8576 „ „

Aus Kohlehydraten: 4869 g Fett

Ein zweiter Versuch wurde im Jahre 1881—1882 an zwei Ferkeln der grossen Yorkshirerasse angestellt. Diesmal wurde ausser Gerste auch Stärke und Zucker in verschiedenen Mengen gefüttert. Das Körpergewicht stieg von 11050 g auf 24800 g, es nahm also um 13750 g zu. Die angesetzte Fettmenge betrug 5429 g, wovon nur 1525 g durch Eiweiss und Nahrungsfett gedeckt waren.

E. Meissl und F. Strohmer (81) veröffentlichten einen Fütterungsversuch an einem Schweine, der ebenfalls den Kohlehydraten eine sehr wichtige Rolle zufallen liess. Dieser Versuch unterscheidet sich von den übrigen dadurch, dass hier nicht mehr mit der hypothetischen Anfangszusammensetzung der Tiere gerechnet wird, „welche die Basis der ganzen Untersuchung bildet", sondern die Bestimmung des Ansatzes von C mittels des Respirationsapparates geschieht. Sind die Beobachtungen richtig gemacht, so bietet die letztere Methode der ersteren gegenüber den ungeheueren Vorzug, dass man mit vollkommen sicheren Resultaten zu thun hat. Da dieser Versuch von Meissl und Strohmer im Jahre 1886 noch einmal in Verbindung mit mehreren andern diesbezüglichen veröffentlicht wurde, so behalten wir uns vor, über ihn später, beim Jahre 1886, zu sprechen.

Stanislaw Chaniewskis (13) Versuche an Gänsen dürften für uns ein näheres Interesse haben. Zu seinem ersten Versuche dienten drei Gänseriche von ziemlich gleichem Körperzustande und bezüglichem Lebendgewichte von 3374 g, 3263 g und 3671 g. Als Kontroltier wurde am 26. April Gans I geschlachtet.

Bei Beginn der Mast am 26. April wog Gans II 3283 g und Gans III 3581 g. Anfangs erhielten die Tiere Reis mit etwas Heuasche vermengt und mit Wasser übergossen. Da aber die Tiere bald den Appetit verloren, so musste man dem Reis Gerste beimengen. Diese Mischung wurde gern gefressen. Am 14. Mai wurde Gans II, welche ein Lebendgewicht von 3816 g aufwies, am 22. Mai Gans III mit einem Körpergewicht von 4471 g geschlachtet. Die Fettzunahme wurde durch Vergleichung mit Gans I berechnet und mit der Menge resorbierter Nährstoffe in Vergleich gebracht. Die Zusammenstellung der so gewonnenen Zahlen ergiebt nun:

	Gans II		Gans III	
Fettzunahme		269.0 g		640.2 g
Entstanden aus Nahrungsfett	20.44 g		31.67 g	
„ „ 109.56 resp. 203.0 g Eiweiss . . .	54.93 „	75.37 „	104.85 „	136.52 „
		193.63 g		503.68 g

Es müssen demnach im 1. Falle 71.7 %, im 2. Falle 78.6 % des neugebildeten Fettes aus Kohlehydraten entstanden sein.

Ein zweiter Versuch von Chaniewski an 2 Gänsen, welche durch vorherige Inanition vollkommen fettfrei gemacht wurden, ergiebt einen Fettansatz von 445.24 g, wovon nur 60.08 g durch das verdaute Fett und Eiweiss der Nahrung erklärt werden können. Dagegen müssen 385.16 g Fett = 86.7 % des neugebildeten Fettes ihren Ursprung den Kohlehydraten verdanken.

Verfasser schliesst daraus, dass wenigstens bei der Mästung der Gänse den Kohlehydraten die wichtigste Rolle zufällt.

Auch C. v. Voit, der noch 1881 in Hermanns Handbuch seine alte Ansicht aufrecht erhalten hatte, wurde durch die Menge von Beweisen gezwungen, die Fettbildung aus Kohlehydraten anzuerkennen. Er hielt in der bayrischen Akademie der Wissenschaften 1886 einen Vortrag (145) „Über die Fettbildung im Tierkörper," in dem er anlässlich einiger Versuche von Erwin Voit, C. Lehmann und M. Rubner die Geschichte der Fettbildungsfrage streift und seine Stellung in derselben besonders betont. Er sagt, dass er nie eine Fettbildung aus Kohlehydraten geleugnet hatte; er hielt sie nur für noch nicht bewiesen. Und wenn jetzt die Beweise einer solchen Fettbildung geliefert worden sind, so folge noch nicht daraus, dass er sich in seiner Ansicht der Fettbildung aus Eiweiss geirrt hätte. Die neuen Versuche von Soxhlet, B. Schulze, Tschirwinsky, Chaniewski bergen alle in sich den Fehler, dass sie mit der hypothetischen Anfangszusammensetzung der Tiere zu thun haben, welche von derjenigen der Kontroltiere nicht immer mit genügender Genauigkeit abgeleitet werden kann.

Meissl und Strohmer haben nun bei ihrem Versuche an einem Schweine den von Pettenkofer und Voit angegebenen einwurfsfreien Weg eingeschlagen. Sie haben nämlich zur Bestimmung der Ausscheidungsprodukte durch die Respiration den Pettenkofer'schen Respirationsapparat benutzt.

Alsdann berichtet Voit kurz über den von Erwin Voit und C. Lehmann mit Bestimmung der Atemprodukte angestellten Versuch an 5 Gänsen. E. Voit und C. Lehmann haben nach Fütterung der Gänse mit Reis einen Ansatz von Stickstoff und von Kohlenstoff festgestellt. Dabei wurde beobachtet, dass vom angesetzten Kohlenstoff, nach Abzug des im angesetzten Eiweiss enthaltenen Kohlenstoffs, mehr Sauerstoff gebunden wurde, als für die Bildung von Fett notwendig ist. Man müsse aus der angesetzten Menge von Kohlenstoff und Sauerstoff schliessen, dass nicht Fett, sondern Glykogen bei Beginn der Fütterung nach vorhergegangenem $4^1/_2$ tägigem Hunger gebildet wurde. Aber am folgenden Tage hörte schon die Glykogenbildung auf. Die dabei erhaltenen Werte zeigen, dass das Eiweiss der Nahrung zu der Glycogenbildung nicht ausreicht und dass die Kohlehydrate zu Hilfe gezogen werden müssen.

Eine Gans hat in 13 Tagen 376 g Kohlenstoff als Fett angesetzt. Nach Abzug des zur Glykogenbildung notwendigen Kohlenstoffs, sowie desjenigen, welcher im Nahrungsfett und im Eiweiss zur Verfügung stand, bleiben noch 346 g Fett übrig, welche nur aus Kohlehydraten erzeugt werden konnten. Pro Tag sind es 27 g Fett. Eine andere Gans hat in 4 Tagen 89 g Fett aus Kohlehydraten angesetzt, also pro Tag 22 g, eine dritte in 5 Tagen 82 g, pro Tag 16 g. Nach den Versuchen gingen im Durchschnitt aus der vom Darme resorbierten Stärke 17 % Fett hervor.

Mit Zugrundelegung des Henneberg'schen Prinzips vom Zerfall des Eiweiss in sich selbst ohne Zutritt der atmosphärischen Luft konnten aus 100 g Stärkemehl im Maximum unter Abspaltung von 48 % Kohlensäure und 11 % Wasser 41 % Fett entstehen.

Zur Beseitigung des Zweifels, ob nicht vielleicht in Bezug auf die Fettbildung aus Kohlehydraten die Fleischfresser einen Unterschied den Pflanzenfressern gegenüber aufweisen in der Art, dass die ersteren aus Kohlehydraten kein Fett bilden, teilt Voit kurz einen Versuch von M. Rubner an einem Hund mit, bei welchem eine Fettbildung aus Kohlehydraten stattfand.

Man könne also aus dem obigen ersehen, dass, wenn neben wenig Fett und Eiweiss viel Stärkemehl geboten wird, sowohl beim Pflanzenfresser als auch beim Fleischfresser aus dem Stärkemehl Fett erzeugt werde. Es müsse ein grosser Überschuss der

Kohlehydrate über den stofflichen Bedarf hinaus vorhanden sein, wenn aus denselben Fett gebildet werden sollte. Wenn der Bedarf gross sei, z. B. bei starker Muskelarbeit oder grimmiger Kälte, so entstehe dann aus Kohlehydraten kein Fett. „Wird „weniger Kohlehydrat, aber mehr Fett oder mehr Eiweiss, aus „dem sich dann mehr Fett abspaltet, aus der Nahrung resorbiert, „dann decken die beiden letzteren den Fettansatz, und das Kohle„hydrat wird zerstört, indem es das schwerer oxydierbare Fett „vor der Zersetzung schützt.“ Dies wäre in der Mehrzahl der Fälle gegeben und deshalb habe Voit weder beim Fleischfresser noch beim Pflanzenfresser eine Fettbildung aus Kohlehydraten beobachtet. Das Nahrungsfett und das Eiweiss bilden für gewöhnlich die Hauptquelle des im Körper der Tiere angesetzten Fettes.

Die bis jetzt gelieferten Beweise für die Fettbildung aus Kohlehydraten wurden nur an Omnivoren sowie an Herbivoren geführt. Versuche an einem Fleischfresser, abgesehen von der kurzen Notiz C. Voits (145) über den Rubner'schen Versuch, wurden noch nicht mitgeteilt. Der eben erwähnte Versuch von Rubner an einem Hunde wurde erst 1886 veröffentlicht. Munk hat aber schon 1885 (90) seine Untersuchungen über „die Fettbildung aus Kohlehydraten beim Hunde“ mitgeteilt.

Zum Versuche diente eine Hündin von 37 kg Körpergewicht, welche zunächst einer 31 tägigen Hungerperiode unterworfen wurde. Während dieser Hungerperiode büsste die Hündin von ihrem Körper 11.48 kg oder 31 % vom Anfangsgewicht ein. Der Hund war am Schluss der Hungerperiode so schwach, dass er kaum die Füsse schleppen konnte. Man könne also getrost annehmen, dass er sein Körperfett bis auf einen ganz geringen Bruchteil verloren hatte.

Jetzt sollte dem Hunde so wenig Fleisch als möglich, daneben aber so viel Kohlehydrate beigebracht werden, „als er „ohne Verminderung der Fresslust und ohne Beeinträchtigung „der Darmfunktionen aufnehmen konnte.“ Um bei dem durch den langen Hunger sehr eiweissarm gewordenen Hund eine grössere Ersparnis an Eiweiss zu bewirken, wurden ihm neben dem Fleisch und den Kohlehydraten 10 Tage lang vom 4. bis 12. Tage inkl. je 100 g Leim gegeben. Es wurden täglich 200 g Fleisch, dazu am 1. Tage 250 g Stärke, vom 2.—8. Tage je 300 g, vom 9.—13. Tage je 400 g und vom 13.—24. Tage

je 500 g Kohlehydrate und zwar zu gleichen Teilen Stärke und Rohrzucker gereicht. Dem Futter hat man täglich noch ca. 2 g präcipitierten kohlensauren Kalk beigemengt, um den Kalkverlust des Körpers, welcher schon bei mittleren Mengen von Fleisch leicht eintreten kann, zu verhüten und die im Darme entstehenden Säuren zu neutralisieren.

Der Zustand des Hundes besserte sich merklich unter dem Einflusse dieser Fütterung. Das Körpergewicht stieg in 23 Tagen von 25.72 auf 29.06 kg, es erlitt also eine Vermehrung um 3.34 kg oder ca. 12 %. Vom 24. Versuchstage ab zeigten sich Diarrhöen, welche zwangen, den Versuch abzubrechen. Aus dem Körper des Hundes wurden 937.1 g Fett gewonnen. Den Fettgehalt der nicht untersuchten Organe schätzt Munk ganz niedrig zu 130 g und erhält auf diese Weise einen Fettgehalt des ganzen Tieres von rund 1070 g, wovon wenigstens $^9/_{10}$ oder 960 g neu gebildet sein müssen.

Für diese Neubildung stehen, wenn man den höchsten von Voit gefundenen Wert der Fettbildung aus Eiweiss (12 %) zu Grunde legt, 172 g Fett aus der Nahrung zu Gebote. Diese Zahl wächst auf 490.3 kg, wenn man das Henneberg'sche Verhältnis (51.4 %) annimmt. 470 g oder 4.9 % müssen aus Kohlehydraten entstanden sein. N. Zuntz (159) reduzierte durch Berechnung der dabei in Frage kommenden Kraftmengen die Henneberg'sche Zahl auf 42.5 resp. 45. Bei Zugrundelegung dieser Zahlen bleiben 542 resp. 521 g Fett übrig, welche sich aus Kohlehydraten gebildet haben.

Munk giebt sogar, um das Resultat des Versuches in jeder Beziehung sicher zu stellen, eine Fettbildung aus Leim zu, die freilich nach den Versuchen von Pettenkofer und Voit unwahrscheinlich ist. Wenn aus dem Leim ebensoviel Fett entstehen kann, wie aus Eiweiss entsteht, so bleiben noch immer 203 resp. 162 g Körperfett, welche aus den verfütterten Kohlehydraten entstanden sein müssen.

Den Vorgang der Fettbildung aus Kohlehydraten im Tierkörper denkt sich nun Munk in der Weise, dass die Kohlehydrate im Darmrohre einer fäulnisartigen Zersetzung unterliegen, bei welcher neben den flüchtigen fetten Säuren auch höher konstituierte feste Fettsäuren entstehen. Der vor Zersetzung bewahrte Teil der Kohlehydrate spaltet sich in der angegebenen Weise und, indem die flüchtigen Fettsäuren den

Körper als Kohlensäure, Wasserstoff und Grubengas verlassen, bildet sich aus den festen Säuren durch Synthese mit Glycerin das entsprechende Neutralfett. Dieser Vorgang wäre dem bei der Fettbildung aus Fettsäuren analog. Das im letzteren Falle zur Synthese notwendige Glycerin werde, wie bei der Hippursäurebildung das Glycocoll, vom Körper selbst gegeben.

M. Rubner (119) hat seinen schon oben erwähnten Versuch an einem 6.2 kg schweren Hund angestellt, welcher 13 Tage hindurch vor dem Versuche mit grossen Mengen von Fleisch gefüttert werde, alsdann 2 Tage hungerte und schliesslich an 2 Tagen je 100 g Rohrzucker und 85 g trockene Stärke erhielt. Während der letzten 4 Tage (2 Tage Hunger und 2 Tage Kohlehydratefütterung) befand sich der Hund im Pettenkofer'schen Apparat zur Bestimmung der CO_2-Ausscheidung.

Die Summe aller C-Ausscheidungen an den 2 Tagen der Kohlehydratefütterung beträgt 87.10 g.

Als Zufuhr kommen in Betracht:

200.0 g Rohrzucker .	84.2 g
170.0 „ Stärke . . .	76.8 „
9.4 „ Fett[1]) . . .	7.2 „
Eiweisszersetzung . .	8.4 „
	176.6 g

Danach kamen in den zwei Tagen 176.6—87.1 = 89.5 g Kohlenstoff nicht zur Ausscheidung.

Aus dem Nahrungsfett und dem zersetzten Eiweiss, entsprechend 2.55 g N, können nur 7.2 + 5.84 = 13 g Kohlenstoff herrühren. Es bleiben also noch 76.5 g C übrig, welche nur von den Kohlehydraten stammen können.

Um dem Einwande zu begegnen, dass der in den Ausscheidungen nicht wiedererschienene Kohlenstoff im Körper etwa als Glykogen zurückgeblieben sei, nimmt Rubner den von Erwin Voit als Maximal-Glykogenmenge bei Gänsen gefundenen Wert von 13 g pro 1 kg Körpergewicht auch für den Hund an, in welchem darnach in maximo 78 g Glykogen mit 34.66 C vorhanden sein könnte. Es würden immer noch 41.8 g C als angesetztes Fett zu betrachten sein. Es wäre unmöglich anzunehmen, dass die 41.8 g C auf unvollendete Resorption der

[1]) Die Stärke wurde mit Wasser und je 4.7 g Fett täglich zu einem Kuchen verbacken.

Stärke aus dem Darme zu verweisen wären. Bereits 7 Stunden nach Beendigung des Versuches wurde der Kot entleert. Man dürfe aus den obigen Thatsachen keinen anderen Schluss ziehen, als dass die Fettbildung aus Kohlehydraten auch beim Fleischfresser stattfinden könne. Allerdings habe sie für denselben eine geringe Bedeutung, da so grosse Mengen von Kohlehydraten für ihn fast gar nicht in Betracht kämen.

In der oben bereits genannten Arbeit von E. Meissl (80) teilt er zunächst eine Versuchsreihe bei weitem Nährstoffverhältnis (1 : 11.8—13.7) mit.[1]) Ein Schwein der Yorkshire-Rasse wurde 1 Jahr lang mit anfangs 1 kg, später bis 2 kg Gerstenschrot und schliesslich mit 2 kg Reis täglich gefüttert. Beim Bilanzversuch war das Tier 14 Monate alt und besass ein Körpergewicht von 140 kg. Sieben Tage lang dauerte der Bilanzversuch, eine Zeit, während der das Tier um 3.5 kg oder täglich 0.5 kg an Gewicht zunahm. So lange der Bilanzversuch dauerte, bekam das Schwein täglich 2 kg Reis, 10′ Quellwasser und 15 g Kochsalz. Die Analysen des Reises, des Wassers, des Kochsalzes, dann des Kotes und Harnes, sowie die Messung der ausgeschiedenen Kohlensäure wurden sehr genau ausgeführt. Die Bilanz der Einnahmen und Ausgaben an N und C war folgende:

Bilanz g (80, S. 87).

Kohlenstoff			Stickstoff		
Einnahme	Ausgabe	Angesetzt	Einnahme	Ausgabe	Angesetzt
765.37	476.15	289.22	18.67	12.59	6.08

In derselben Versuchsreihe mit weitem Nährstoffverhältnis wurde noch ein Versuch an zwei Schweinen der ungarischen Rasse im Alter von 15 Monaten angestellt.

Am Anfang des Bilanzversuchs, welcher hier ebenfalls 7 Tage dauerte, hatten die Tiere ein Körpergewicht von 68.8 resp. 71 kg. Das zum Bilanzversuch verwendete Tier erfuhr in den 7 Tagen der Dauer desselben eine Gewichtszunahme um 4.2 kg oder 0.6 kg pro Tag. Das Kontroltier nahm um 0.57 kg pro Tag zu. Die Tiere bekamen täglich 2 kg Reis, 10′ Quellwasser und 10 g Kochsalz.

[1]) Der erste Versuch in dieser Reihe wurde vom Verf. schon 1883 in den Sitzungsberichten der Wiener Acad. der Wiss. S. 205—218 mitgeteilt.

Bilanz g.[1])

Kohlenstoff			Stickstoff		
Einnahme	Ausgabe	Angesetzt	Einnahme	Ausgabe	Angesetzt
785.80	446.62	339.2	21.80	13.98	7.82

Es folgte alsdann ein Versuch bei mittlerem Nährstoffverhältnis (1 : 7). Es wurde ein Schwein der Yorkshire-Rasse mit Gerstenschrot gefüttert. Es wog am Anfang des 5 Tage dauernden Bilanzversuchs 124.1 kg und nahm während desselben um 1.8 kg oder pro Tag um 0.36 kg zu. Das Kontroltier zeigte eine Zunahme von 0.4 kg pro Tag. Es wurde den Tieren täglich je 1900 g Gerste, 10' Wasser und 15 g Kochsalz gegeben:

Bilanz g.[2])

Kohlenstoff			Stickstoff		
Einnahme	Ausgabe	Angesetzt	Einnahme	Ausgabe	Angesetzt
725.41	574.31	151.10	29.01	23.56	5.45

Schliesslich folgte noch ein Versuch bei engem Nährstoffverhältnis (1 : 2.44), zu welchem das ungarische Schwein verwendet wurde, welches schon zum Bilanzversuche 2 (Reisfütterung) gedient hatte. Es besass bei Beginn des neuen Bilanzversuchs ein Körpergewicht von 102 kg und nahm während der siebentägigen Versuchsdauer um 3.5 kg oder täglich um 0.5 kg an Gewicht zu, während das Kontroltier täglich um 0.6 kg zunahm. Das Futter bestand aus einem Gemisch von 750 g Reis, 400 g Fleischmehl und 8 kg schwachsaure Molke. Wasser und Kochsalz wurden bei diesem Versuche nicht verabreicht, da das Gemisch beides in hinreichender Menge enthielt.

Bilanz g.[3])

Kohlenstoff			Stickstoff		
Einnahme	Ausgabe	Angesetzt	Einnahme	Ausgabe	Angesetzt
672.49	455.51	216.98	69.94	62.72	7.22

[1]) A. a. O. S. 92.
[2]) A. a. O. S. 97.
[3]) A. a. O. S. 104.

Diese 4 Fütterungsversuche ergaben nun folgenden täglichen Ansatz von Eiweiss und Fett:[1])

	Eiweiss angesetzt	C dem Eiweiss entsprechend	C anges.	C disponibel für Fett	Fett anges.	Eiweiss : Fett
1. Reisfütterung . .	38.00	20.10	289.22	269.12	351.8	1 : 9.3
2. Reisfütterung . .	48.88	25.91	339.20	313.29	409.5	1 : 8.4
3. Gerstefütterung	34.06	18.05	151.10	133.05	173.9	1 : 5.1
4. Reis-Molken-Fl.-Fütterung	45.13	23.92	216.98	193.06	252.4	1 : 5.6

Aus der Nahrung wurden folgende Mengen von Eiweiss und N-freier Substanz (incl. Fett) verdaut:[2])

	Eiweiss	N-fr. Substanz
1. Reisfütterung	104.3 g	1591.9 g
2. „	113.0 „	1580.6 „
3. Gerstefütterung	122.0 „	1251.5 „
4. Reis-Molke-Fleischmehl-Fütterung . .	426.5 „	984.0 „

Von den beim 1. Versuche angesetzten 351.8 g Fett wurden vom Fett und vom Eiweiss der Nahrung nur 41.54 g oder 11.8 % gebildet. Der grosse Rest von 310.38 g oder 88.2 % muss aus den Kohlehydraten entstanden sein.

In dem 2. Versuche ergiebt sich ebenfalls eine Fettablagerung aus Kohlehydraten von 88.3 % des gesamten Fettansatzes, im 3. Falle von 71.1 % und im 4. (Fleischmehlfütterung) immer noch 4.6 %.

Das Kohlehydrat, aus dem das Fett erzeugt wurde, war in den ersten 2 Fällen nur Stärke, da im Reis keine anderen Kohlehydrate vorkommen, im 3. Falle (Gerste) hauptsächlich Stärke und der ebenso zusammengesetzte Antheil der Rohfaser. Da in dem Kote der 2 ersten Versuche keine Stärke und in dem des 3. Versuches nur Spuren derselben gefunden wurden, so müsse man die Stärke als verdaut betrachten. Es berechnet sich dann das Fettbildungsäquivalent für 100 g Kohlehydrate von der Zusammensetzung der Stärke folgendermassen:[3])

[1]) A. a. O. S. 138.
[2]) A. a. O. S. 139.
[3]) A. a. O. S. 142.

	Stärke verzehrt	Fett gebildet	Fett aus 100 g Stärke
	g	g	g
1. Reis . .	1592.3	312.4	19.6
2. Reis . .	1575.2	363.8	23.1
3. Gerste . .	1250.6	148.4	11.9.

Theoretisch kann aus 100 g Stärke 41 % Fett entstehen (siehe oben). Es wären also darnach bei der Reisfütterung mehr als die Hälfte, bei der Gerstefütterung mehr als $^1/_4$ der theoretisch möglichen Fettmenge aus Kohlehydraten gebildet. Aus 100 g Eiweiss war aber bis jetzt eine Fettbildung von nur 12 % von Voit beobachtet.

Meissl hat sogar bei einer sehr reichen Eiweissfütterung eine, wenn auch geringe, Fettbildung aus Kohlehydraten beobachtet. Aus seinen Versuchen zieht Meissl die Schlussfolgerung, dass aus Kohlehydraten unter den verschiedensten Bedingungen Fett entstehe. Beide Substanzen, Eiweiss sowie Kohlehydrate, trügen zur Fettbildung in bisher noch unbekannten Verhältnissen bei.

Nachdem nun jetzt die Frage der Fettbildung aus Kohlehydraten als abgeschlossen zu betrachten ist, würden die bei einer solchen Fettbildung in Betracht kommenden Vorgänge von grossem Interesse sein. Munk präcisiert sie, wie wir schon oben auseinandergesetzt haben, dahin (90), dass die Kohlehydrate im Darmrohr zunächst einer fäulnisartigen Zersetzung unterliegen, bei welcher feste Fettsäuren entstehen. Diese letzteren werden alsdann einer Synthese mit dem vom Körper gegebenen Glycerin zu Neutralfett unterworfen.

E. Pflüger (105) beantwortet die Frage vom Standpunkte, dass eine Präexistenz von Fett in den Kohlehydraten unmöglich ist, während eine solche Präexistenz von Kohlehydraten im Eiweiss auf Grund der Glycogenbildung aus demselben angenommen wurde. Die Kohlehydrate enthalten nicht mehr als 6 Kohlenstoffatome. Bei der Bildung der festen Fettsäuren kommen aber Ketten von 16—18 untereinander verknüpfter Kohlenstoffatome in Betracht. Hier müssen also unbedingt synthetische Prozesse obwalten. Die von mehreren Kohlehydratmolekülen gelieferten Kohlenstoffatome werden „gleichsam zurechtgeschnitten und geeignet zusammengefügt," um die im Körper verschiedener Tierarten vorkommenden, verschiedenen

Fette zu bilden. Auch die von Erlenmeyer und A. v. Planta-Reichenau beobachtete Wachserzeugung der Bienen aus Honig wird durch eine solche Synthese leicht erklärlich. Wachs bildet ein Gemenge von Cerotinsäure und Palmitinsäure-Myricylester. Die Cerotinsäure enthält 27 C, der Myricylalkohol 30 C. „Nach-„dem die synthetische Erzeugung von Stearinsäure und Palmitin-„säure im Tierkörper feststeht, hat die der Cerotinsäure und des „Myricylalkohols theoretisch nichts auffallendes, weil es sich um „homologe Substanzen handelt. Sie ist die Äusserung desselben „Prinzips."

Sollte auch noch eine Fettbildung aus Eiweiss stattfinden, was Pflüger für nicht streng bewiesen erachtet, so wären ähnliche synthetische Prozesse, wie bei der Fettbilduug aus Kohlehydraten, auch hier berechtigt. Der Synthese müsse aber eine kräftige Reduktion (Sauerstoffentziehung) vorangehen J. Munk[1]) schliesst sich darin Pflüger vollkommen an. Er erklärt auch die Notwendigkeit einer der Synthese vorangehenden Reduktion dadurch, dass die Kohlehydrate im Verhältnis zu den Fetten kohlenstoff- und wasserstoffarm, dagegen aber sehr sauerstoffreich sind. Die Formel für Zucker ist z. B. $C_6H_{12}O_6$, die für Palmitin $C_{51}H_{98}O_6$. Eine kräftige Sauerstoffentziehung behufs Umwandlung der Kohlehydrate in Fett sei daher notwendig.

Wir würden wohl am Schluss unserer Arbeit angelangt sein und würden, den Stand der Frage kurz präcisierend, mit Munk[2]) als die Quellen der Fettbildung überschüssiges Fett resp. Fettsäuren der Nahrung, Kohlehydrate und Eiweiss bezeichnen können, wenn nicht die Jahre 1891 und 1892 uns noch neue Forschungen auf dem Gebiete der Fettbildung gebracht hätten.

Nachdem E. Pflüger ein neues Grundgesetz aufgestellt hatte (106), dass die einzige für die Muskelthätigkeit unentbehrliche Substanz Eiweiss ist, wirft er die Frage auf, „ob aus dem Eiweisse im lebendigen Körper erst Fett entstehen müsse, um die Muskel zur Arbeit zu befähigen" (107). Da die Ansicht,

[1]) Munk-Uffelmann: Die Ernährung des gesunden und kranken Menschen, 2. Aufl. 1891, S. 54.

[2]) A. a. O., S. 55.

dass aus Eiweiss Fett entstehen kann, von Allen als sicher bewiesen gilt, so komme es darauf an, die für eine solche Ansicht angeführten Beweise etwas näher zu prüfen. Zunächst sind es ja die Bilanzrechnungen von Pettenkofer und Voit, welche die Hauptstütze der Ansicht thatsächlich sind. Nun will Pflüger darthun, „dass diese berühmten Versuche von Voit und Pettenkofer nichts für die Fettbildung aus Eiweiss beweisen". Ihre diesbezüglichen Bilanzrechnungen wären das Ergebnis einer falschen Annahme über die Elementarzusammensetzung des mageren Fleisches. Voit habe zeigen wollen, dass bei reicher Zufuhr von Eiweiss der ganze N in den Ausscheidungen wiedererschiene, ein gewisser Teil des Kohlenstoffs aber im Körper zurückbleibe. Voit habe aber kein Eiweiss, sondern Muskelfleisch, welches etwa 0.91 % Fett und 0.5 % Glykogen gewöhnlich enthält, gefüttert. Wenn man also bei Fütterung von Muskelfleisch in den Ausgaben den gesamten N findet, einen Teil des Kohlenstoffs aber nicht, so ist es wohl möglich, dass das Eiweiss zersetzt wurde und zur Bestreitung der Lebensfunktionen gedient hatte, der Kohlenstoff des im Fleische enthaltenen Fettes und Glykogenes aber im Körper angesetzt wurde. Pflüger zeigt, dass der von Voit bei seinen Bilanzrechnungen angewendete Wert für den Kohlenstoff im Muskelfleisch höher, für den Stickstoff dagegen niederiger ist, als das die nach mehreren Analysen von Playfair, Boeckmann, Rubner und Pflüger gefundenen thatsächlichen Werte anzunehmen erlauben. Nach Playfair und Boeckmann ist das Verhältnis von N : C im Fleische, 1 : 3.451, nach Voit, 1 : 3.684. Der Faktor von Voit ist um 6.7 % grösser, als der von Playfair und Boeckmann. Nach Rubner ist das Verhältnis von N : C im Fleische, 1 : 3.277. Der Faktor von Voit ist also um 12.4 % grösser als der von Rubner. Aber auch der Koeffizient von Rubner sei zu gross, da derselbe das Glykogen des Fleisches unberücksichtigt liess. Pflüger nimmt eine diesbezügliche Korrektur an der Zahl von Rubner vor und bekommt ein Verhältnis von N : C im Fleisch wie 1 : 3.22.

An einem Beispiele aus Voits Versuchen zeigt Pflüger, wie wichtig eine solche Differenz in den Koeffizienten sei. Ein Hund von 32.710 kg Körpergewicht erhielt 250 g Fleisch (Versuch vom 3. April 1861) und schied 85.4 g N im Harn und Kot aus. Den 85.4 g N entsprechen nun bei Benutzung der Koeffizienten von

Voit	Rubner	Pflüger
314.6 g	279.0 g	275 g Kohlenstoff.

In diesem Versuche entstand Fett nach Voit aus **41.9** g C des Fleisches im Körper des Hundes. Die Differenz zwischen der Zahl von Pflüger und Voit ist 39.6, folglich ziemlich genau die Menge des nach Voit angesetzten Kohlenstoffs. Pflüger prüft nun alle die Versuchsreihen von Pettenkofer und Voit, welche die Entstehung von Fett aus Eiweiss beweisen sollen, und benutzt dabei den von Rubner angegebenen Wert für den Kohlenstoff im Fleisch, da er den Glykogengehalt des von Rubner zur Analyse benutzten Fleisches nicht kennt und deshalb die diesbezügliche Korrektur in die Rubner'schen Zahlen nicht hineinbringen kann. Bei dieser Prüfung stellte sich heraus, dass in allen den Fällen, wo nach Voit Fett aus Eiweiss entsteht, der Hund in Wirklichkeit entweder noch präexstierendes Fett verbrauchen musste oder mit dem gebotenen Kohlenstoff eben ausreichte und nur in einigen wenigen Fällen entstehen auch nach Pflüger sehr kleine Mengen von Fett aus Eiweiss.

Pflüger bespricht alsdann die weiteren Beweise der Fettbildung aus Eiweiss. Die Versuche von Ssubotin und Kemmerich an säugenden Hündinnen (siehe oben S. 12—14) bedürfen nach ihm noch weiterer Bestätigung. Die Ablagerung von Nahrungsfett wurde nicht nur von Radziejewsky, dessen Angaben von Voit dahin falsch wiedergegeben wurden, dass er behauptet, Radziejewsky hätte im abgelagerten Fett kein Erucin gefunden[1]), sondern auch von Fr. Hofmann und A. Lebedeff bewiesen. Wenn Radziejewsky aber auch kein Erucin im abgelagerten Fett fand, so spräche der Umstand noch gar nicht für eine Fettbildung aus Eiweiss. Das von den pathologischen Anatomen beobachtete Auftreten von Fettstaub in den entarteten Zellen könne, auch wenn dieser in den Zellen selbst entstanden und nicht in dieselben infiltriert wäre, ebenso gut für eine Fettbildung aus Kohlehydraten sprechen, wie für eine solche aus Eiweiss, da doch in den Zellen Kohlehydrate oder deren Abkömmlinge überall enthalten seien.

Was die Entstehung von Fett aus Eiweiss bei der Phosphorvergiftung anbetrifft, so habe es ja eigentlich gar keine Be-

[1]) Siehe oben S. 28—29.

deutung für die vorliegende Frage, was das Gift für eine Wirkung bedingt. Die ungeheure Menge von Fett, die unter dem Einflusse des in den Säften kreisenden Phosphors in wenigen Tagen entstehen sollte, sei infolge neuer Untersuchungen bis auf einen kleinen Rest geschwunden, der sich wohl aus einem Beobachtungsfehler erklären lassen werde. J. Bauer habe durch seine Arbeiten in Voits Laboratorium die Ansicht von dieser grossen durch die Phosphorvergiftung bedingten Fettbildung verbreitet. O. Storch und alle seine Nachfolger haben die Vermehrung der Harnstoffbildung infolge der Phosphorvergiftung bewiesen, welche die grosse Gewichtsabnahme und den schnellen Verfall des hungernden Tieres erklärte. Pflüger meint daher, dass aus der Grösse der Eiweisszersetzung darauf gefolgert werden muss, „dass nicht wie sonst das hungernde Tier fast nur von Fett, sondern infolge der Vergiftung fast nur von Eiweiss seine Bedürfnisse bestreite". Wenn nun das Eiweiss der Verbrennung anheimfällt, das Fett aber nicht, so ist es natürlich, dass der Prozentgehalt an Fett im Körper grösser werden muss, auch wenn kein neues Fett gebildet wird.

Hans Leo (68) habe die Frage zuerst auf einem Wege zu entscheiden versucht, welcher uns ein unzweideutiges Resultat zu liefern vermag. „Seine Fragestellung ist: Nimmt in Folge der „Phosphorvergiftung die Gesamtmenge des in dem lebendigen „Körper enthaltenen Fettes zu oder ab?" Der von ihm an Fröschen angestellte Versuch ergab eine Vermehrung des Fettgehaltes der vergifteten Frösche gegenüber den unvergifteten von 0.137 g auf 100 g Frösche. Es sei aber nicht bewiesen, meint Pflüger, dass diese Vermehrung von Fett aus Eiweiss und nicht aus Kohlehydraten geschah.

Die Erzeugung von Leichenwachs, sowie die Vermehrung des Fettgehaltes des reifenden Käses werde durch Pilze verursacht, wie das in Bezug auf den ersterwähnten Vorgang von Salkowsky gezeigt wurde. Aber, wie Voit darüber sagt, „für „die Vorgänge im höheren Tiere erhalten wir daraus keinen „sicheren Aufschluss."

Schliesslich erklärt Pflüger die von Fr. Hofmann beobachtete Entstehung von Fett aus Eiweiss bei Mästung der Fliegenmaden mit Blut dadurch, dass die Maden auf dem Blutkuchen, „welcher im Sommer sich schnell zu einem Aaskuchen

„verwandelte," Milliarden niederer Pilze vorfanden und aus ihrem Zellenleib Fette und Kohlehydrate aufnahmen. Dadurch sei die Vermehrung des Fettgehaltes in den Fliegenmaden zu erklären.

Wir sehen also, wie das von Voit aufgeführte Gebäude, welches schon früher einzelne Erschütterungen erlitten hatte, jetzt von Pflüger vollkommen zu Falle gebracht zu werden scheint.

Salkowsky und Munk[1]) nennen die Beweissführung Pflügers gegen Voits Ansicht „in den wesentlichen Punkten „gelungen." Indess muss man noch weitere Versuche erwarten, bevor ein entscheidendes Urtheil über die Voit'sche Lehre gefällt werden kann. Pflüger hat allerdings das Fundament der Voit'schen Theorie durch seine Umrechnungen von Voits Bilanzen, — wir dürfen wohl sagen, — ganz und gar zerstört. Indess ist uns von Voit vorläufig noch keine Erwiderung bekannt.

Pflüger (107 und 109) macht die Kohlehydrate und das Nahrungsfett durch sein neues Grundgesetz der Ernährung zu den einzigen Quellen der Fettbildung. Er hat durch Versuche bewiesen (a. a. O.), dass mit Eiweiss allein ein Hund ein volles Jahr ernährt und bei vollen Kräften erhalten werden kann. Das Fett und die Kohlehydrate sind nicht im Stande, den Eiweissverbrauch herabzusetzen, solange das Eiweiss in genügender Menge gereicht wird. Und nur wenn das Eiweiss der Nahrung zur Deckung des Bedarfs nicht ausreicht, so werden Fett und Kohlehydrate angegriffen. Die überschüssige Menge von Fett und Kohlehydraten wird als Fett angesetzt. Das Eiweiss der Nahrung aber wird bei Zufuhr desselben über den Bedarf zerstört und steigert also den Stoffwechsel, was Fett und Kohlehydrate nicht zu thun vermögen.

Von der Beschreibung der Versuche Pflügers, wollen wir vorläufig absehen, da wir sie für noch nicht abgeschlossen halten und glauben, dass sie mit den noch zu erwartenden Veröffentlichungen Pflügers ein Ganzes bilden werden. Erst dann wird es eben möglich sein, überhaupt ein zusammenfassendes Urteil über Pflügers Versuche zu fällen. Uebrigens sind die diesbezüglichen Arbeiten von Pflüger noch so neu, dass sie

[1]) Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medicin von R. Virchow u. A. Hirsch, 1891, Bd. 1, S. 193.

wohl Jedem, der sich überhaupt mit der Frage befasst, im Gedächtnis sein werden.

Wollten wir schon jetzt die Frage für vollkommen entschieden halten, so müssten wir als Quellen der Fettbildung einzig und allein die Kohlehydrate, das Nahrungsfett, speciell auch die Fettsäuren betrachten. Aber, wie schon gesagt, wäre es voreilig, die Frage für entschieden anzusehen. So lange Pflügers Arbeiten noch nicht veröffentlicht waren, konnten wir nicht umhin, in allen drei Stoffen, nämlich Nahrungsfett, Kohlehydraten und Eiweiss, die Quellen der Fettbildung im tierischen Organismus zu suchen. Durch Pflügers Arbeiten ist aber der Standpunkt der wissenschaftlichen Kenntnis diesbezüglich dahin verschoben worden, dass in erster Linie Kohlehydrate und Nahrungsfett als die Fettbildner anzusehen sind. Dagegen muss es der Zukunft überlassen bleiben, darüber zu entscheiden, ob auch das Eiweiss bei der Fettbildung eine, wenn auch nur untergeordnete, Rolle spielt.

Unser heutiges Wissen verlangt also bezüglich der Fettmast in erster Linie Fütterung mit denjenigen Nahrungsstoffen, welche, neben der unbedingt notwendigen Eiweissmenge, möglichst viel Fett und Kohlehydrate enthalten. Die Frage aber, welche Futtermittel diesen Bedingungen am meisten entsprechen, und deshalb in der Praxis anzuwenden sind, liegt schon ausser dem Bereiche unserer Aufgabe.

Ich halte es für meine Pflicht, am Schluss dieser Arbeit meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. N. Zuntz-Berlin für die Freundlichkeit, mit der er mir mit Rat und That zur Seite stand, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Anhang.

Zusammenstellung der Litteratur

über

die Frage der Fettbildung im tierischen Körper und über damit verwandte Fragen.

1. **Avequin**: Sur la matière cireuse de la canne à sucre, Annal. de chim. et de physiq., 1. Ser., T. 75, 1840, p. 218—222. (Arten von Zuckerrohr, welche viel Zucker geben, schliessen wenig Wachs ein und umgekehrt).
2. **Bary, De**: Untersuchungen über die Familie der Konjugaten, Leipzig, 1858. (Die Stärkekörner im Chlorophyll der Spirogyren und Zygnemen werden nach der Kopulation der Zellen in dem Masse aufgelöst, als Fetttropfen auftreten).
3. **J. Bauer**: Stoffwechsel bei Phosphorvergiftung, Zeitschr. f. Biol., Bd. 7, 1871, S. 63—85.
4. **Berthelot**: Sur la fermentation alcoolique, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., T. 50, 1857, p. 322—369. (Gummi und Amidon liefern bei der Gärung und bei Behandlung mit Kreide und Käse in Alkohol Milch- und Buttersäure).
5. **Berlepsch, v.**: Die Bienen und die Bienenzucht, 1860.
6. **Blondeau**: Etude chimique du fromage de Roquefort, Annal. de chim. et de physiq., 4 Sér., 1864, T. 1, p. 208—231.
7. **Boussingault**: Expériences sur l'alimentation des vaches avec des betteraves et des pommes de terre, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., 1844, T. 12, p. 153—167.
8. **Ders.**: Recherches expérimentales sur le développement de la graisse pendant l'alimentation des animaux, Annal. de chim. et de physiq., 3 Sér., 1845, T. 14, p. 419—482; Compt. rend., 1845, T. 20, p. 1726.
9. **Ders.**: siehe Dumas.
10. **Brassier**: Sur les modifications que le fromage subit en viellisant, Annal. de chim. et de physiq., 4 Sér., 1865, T. 5, p. 270—294.
11. **Buhl**: Die akute Fettdegeneration der Neugebornen, Klinik der Geburtskunde von Hecker und Buhl I, 1861, S. 296—300.
12. **Burdach**: Experimenta quaedam de commutatione substantiarum proteïneacearum in adipem. Diss. inaug., Regiomontii 1853.
13. **Chaniewski Stan.**: Über Fettbildung aus Kohlehydraten im Tierorganismus, Zeitschr. f. Biol., Bd. 20, 1884, S. 179—192.

14. **Dehmel, B.**: siehe Weiske, H.

15. **Dumas, Baussingault** et **Payen**: Recherches sur l'elgraissement des bestiaux et la formation du lait, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., 1843, T. 8, p. 63—114.

16. **Dumas** et **Milne-Edwards**: Sur la composition de la cire des abeilles, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., 1845, T. 14, p. 400—408; Compt. rend. 1843, T. 17, p. 531; Annal. des sciences naturelles, Zoologie, 1843, 2. Sér., T. 20, p. 174.

17. **Erlenmeyer, E.**, und **Planta-Reichenau, A. v.**: Chemische Studien über die Thätigkeit der Bienen I. Bienen-Zeitung von A. Schmidt, 1878, No. 16, S. 181.

18. **Dieselben**: Chemische Studien über die Thätigkeit der Bienen II. Bienen-Zeitung von A. Schmidt, 1879, No. 1.

19. **Dieselben**: Dasselbe. Bienenzeitung von A. Schmidt, 1880, No. 1, S. 1.

20. **Ermann**: Beitrag zur Kenntnis der Fettwachsbildung, Vierteljahresschrift für gerichtliche Medicin, 1882. (Leichenwachsbildung aus Eiweiss findet nicht statt, das Leichenwachs entstammt dem bei Lebzeiten im Körper vorhanden gewesenen Fett).

21. **Ewald**: Über Fettbildung durch die überlebende Schleimhaut, Du Bois-Reymond's Archiv, Suppl.-Bd., Festschrift, 1883, S. 302—311.

22. **Fick**: Über Umwandlung von Nerven in Fett, Müllers Archiv, 1842, S. 19—21.

23. **Fischer, G.**: Über den Stoffwechsel der Biene, Landw. Versuchs-Stat., Bd. 8, 1866, S. 28—33.

24. **Fleischer, M.**, Über Fettbildung im Tierkörper, Virchows Archiv, Bd. 51, 1870, S. 30—40.

25. **Ders.**: siehe Kühn, G.

26. **Forster, J.**: Über den Ort des Fettansatzes im Tiere bei verschiedener Fütterungsweise, Zeitschr. f. Biol., Bd. 12, 1876, S. 448—463.

27. **Fourcroy**: Sur les différences états des cadavers trouvés dans les fovelles du cimetière des Innocens des Paris 1786.

28. **Fürstenberg**: Die Milchdrüsen der Kuh, ihre Anatomie, Physiologie und Pathologie, Leipzig, 1868, S. 69—70. (Fettvermehrung in der Kolostralmilch beim Stehen derselben an der Luft).

29. **Gehrig**: Über die Frage der Fettbildung, Deutsche medizinische Wochenschr., 1885, No. 10.

30. **Gibbes**: On the Konversion of Animal Muscle into a Substance much resembling Spermaceti, Phil. Transact., 1794, Part. II, p. 169—173.

31. **Gilbert**: siehe Lawes.

32. **Gregory**: Über eine fette Substanz von einem tierischen Körper herrührend, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 61, 1847, S. 362—364.

33. **Gundlach**: siehe Huber.

34. **Henneberg, W.**, Über Stoffwechselversuche bei landwirtschaftlichen Haustieren, insbesondere den Wiederkäuern, Landw. Versuchs-Stat., Bd. 10, 1868, S. 437—492. (Auf Seite 456 f., Fussnote: Berechnung des Fettbildungsäquivalentes des Eiweisses).

35. **Henneberg, W.**: Über das Fettbildungsäquivalent der Eiweissstoffe, Tageblatt der 49. Naturforscherversammlung 1876, Beilage S. 169.

36. **Ders.**: Über Fleisch- und Fettproduktion in verschiedenem Alter und bei verschiedener Ernährung, Zeischr. f. Biol., Bd. 17, 1881, S. 295—350.

37. **Henneberg, Kern** und **Wattenberg**: Über den Verlauf und die Zusammensetzung der Körpergewichtszunahme bei der Mästung ausgewachsener Hammel des Südhannoverschen Landschlages (Leineschaf), Journal für Landwirtschaft, 26. Jahrgang, S. 549—630.

38. **Hofmann, Fr.**: Der Übergang von Nahrungsfett in die Zellen des Tierkörpers, Zeitschr. f. Biol., Bd. 8, 1872, S. 153—181.

39. **Hoppe, F.**: Über den Einfluss des Rohrzuckers auf die Verdauung und Ernährung, Virchows Archiv, Bd. 10, 1856, S. 144—169.

40. **Ders.**: Untersuchungen über die Bestandteile der Milch und ihre nächsten Zersetzungen, Archiv (Virchows) f. pathol. Anat., Bd. 17, 1859, S. 417—445.

41. **Hoppe-Seyler**: Mängel der Futterstoffanalysen, Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Rostock, Ber. d. deutsch. chem. Ges. IV, 1871, S. 810.

42. **Ders.**: Fettbildung und Fettzersetzung, Physiologische Chemie, IV. Teil, 1881, S. 1002—1009.

43. **Ders.**: Über Gärungsprozesse, Synthesen bei Gärungen, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 3, S. 351—361.

44. **Huber** und **Gundlach**: Naturgeschichte der Bienen, Kassel, 1842. (Wachsbildung bei reiner Honigfütterung).

45. **Husson**: Untersuchungen über Fettbildung in Proteïnstoffen, besonders in Krystalllinsen, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1853, No. 5, S. 41—51.

46. **Iljenko, P.**: Über Fäulnisprodukte des Tierkaseïns, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 63, S. 264—272.

47. **Kellner, O.**: Bildung von Fett aus Eiweisskörpern beim Reifen des Käses, Landw. Versuchsstat., Bd. 25, 1880, S. 39—46.

48. **Kemmerich, E.**: Untersuchungen über die Bildung der Milchfette, Centralbl. f. d. med. Wiss., 1866, No. 30.

49. **Ders.**: Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Chemie der Milch, Centralbl. f. d. med. Wiss., 1867, No. 27.

50. **Ders.**: Beiträge zur physiologischen Chemie der Milch, Pflügers Archiv, Bd. 2, 1869, S. 401—414.

51. **Kern, E.**: siehe Henneberg.

52. **Klien, G.**: Über direkten Übergang des Nahrungsfettes in die Milch, Bericht der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte.

53. **Kossel**: Fettbildung und Fettzersetzung, Deutsche med. Wochenschrift, 1885, No. 19.

54. **Kratter, Jul.**: Studien über Adipocire, Zeitschr. f. Biol., Bd. 16, 1880, S. 455—493.

55. **Kühn, G.**: Versuche über den Einfluss der Ernährung auf die Milchproduktion des Rindes, Journ. f. Landw., 23, 481 und 24.

56. **Ders.**: Über die Fettbildung im Tierkörper, Landw. Versuchsstat., Bd. 10, 1868, S. 418—422.

57. **Kühn, G.**, und **Fleischer, M.**: Versuche über den Einfluss wechselnder Ernährung auf die Milchproduktion, sowie über die Ausnutzung des Rauhfutters (Wiesenheu) und deren Veränderung durch Zugabe leicht verdaulichen Beifutters, Landw. Versuchsstat., Bd. 12, 1870, S. 197. Abschnitt IV: Verhältnis zwischen dem Fett der Nahrung und dem in der Milch ausgeschiedenen Fett, S. 451—461.

58. **Lawes** und **Gilbert**: Report of the british Association for the Advancement of Science for 1852.

59. **Dieselben**: On the composition of foods in relation to respiration and the feeding of animals, Report of the twenty-second meeting of british Association at Belfort, London, 1853, p. 323—353.

60. **Dieselben**: Experimental Inquiry into The Composition of some of the Animals fed and slanghtered as Human food, Phil. Transact. II, 1859, p. 520, 532—533.

61. **Dieselben**: Experiments on the feeding of Sheep, London, 1862.

62. **Dieselben**: On the formation of the fet in the animal body, Journal of Anatomy and Physiology, July 1877.

63. **Lebedeff, A.**: Über die Ernährung mit Fett, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 6, 1882, S. 149—152.

64. **Ders.**: Über Fettansatz im Tierkörper, Centralbl. f. d. med. Wiss., 1882, No. 8, S. 129—130.

65. **Ders.**: Woraus bildet sich Fett in Fällen akuter Fettbildung? Pflügers Archiv, Bd. 31, S. 11—59.

66. **Ders.**: Studien über Fettresorption, Du Bois-Reymonds Archiv, 1883, S. 488—521.

67. **Letellier**: (Versuche an Turteltauben ergeben, dass bei ausschliesslicher Fett- oder Zuckerfütterung keine Fettbildung stattfindet), Annal. de chim. et de physiq., 3. Ser., T. 11, 1844, p. 150.

68. **Leo, Hans**: Fettbildung und Fetttransport bei Phosphorintoxication, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 9, Heft 4 und 5, Mai 1885. (Sep.-Abdr. 21 Seiten).

69. **Liebig, G.**: Bestimmung des Fettgehaltes eines in Fett übergegangenen Muskels, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 70, 1849, S. 343—344.

70. **Liebig, H. v.**: Wird bei rationeller Fütterung das Fett der Pflanzenfresser aus Proteïnstoffen gebildet oder Kohlehydraten? Landw. Versuchsstat., Bd. 8, 1866, S. 216—225.

71. **Ders.**: Fettbildung aus Kohlehydraten, Berliner klinische Wochenschrift, 1878, No. 31, S. 469.

72. **Ders.**: Prof. von Voits Fettbildungstheorie und Lawes und Prof. Soxhlets Versuche über Fettbildung aus Kohlehydraten, Zeitschr. des landw. Vereins in Bayern, 1881, Septemberheft.

73. **Liebig, Justus v.**: Über die Fettbildung im Tierkörper, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 45, 1843, S. 112—128.

74. **Ders.**: Die Fettbildung im Tierkörper, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 48, 1843, S. 126—147.

75. **Ders.**: Über die Fettbildung im Tierorganismus, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 54, S. 376—383, 1845.

76. **Liebig, Justus v.**: Über die Fettbildung im tierischen Organismus, Landw. Versuchsstat., Bd. 8, 1866, S. 44.
77. **Ders.**: Über die Gärung und die Quelle der Muskelkraft, Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wiss., 1869, Bd. 2, S. 323—368 und 393—482; Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 153, Heft 2, 1870, S. 216—228. (Einwände gegen Voit).
78. **Löw, O.**: siehe Nägeli.
79. **Meckel von Hemsbach**: De genesi adipis in animalibus, Diss. inaug., Halis, 1845.
80. **Meissl, E.**: Untersuchungen über den Stoffwechsel des Schweines, Zeitschr. f. Biol., Bd. 22, 1886, S. 63—160.
81. **Meissl, E.**, und **Strohmer**: Über die Bildung von Fett aus Kohlehydraten im Tierkörper, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1883, III., S. 205—218.
82. **Middeldorpf**: Vorläufiger Bericht über die Veränderungen der Knochen und Knorpel in der Peritonäal-Höhle lebender Tiere, Zeitschr. f. klin. Med. 1852, Jahrgang 3, S. 58—62.
83. **Milne-Edwards**: siehe Dumas.
84. **Mohl**: Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 4, S. 250. (Die fetthaltigen Samen enthalten vor der Reife Stärke, nach der Reife findet sich statt Stärke Fett).
85. **Mulder**: Physiologische Chemie, S. 269. (Übergang der Stärke in Fett in ölhaltigen Samen).
86. **Munk, Immanuel**: Die Resorption der Fettsäuren, ihre Schicksale und ihre Verwertung im Organismus, Verhandlungen der physiolog. Gesellschaft zu Berlin, 1879, No. 13, S. 94—97.
87. **Ders.**: Zur Kenntnis der Bedeutung des Fettes und seiner Componenten für den Stoffwechsel, Virchows Archiv, Bd. 80, 1880, S. 10—47.
88. **Ders.**: Bildung von Fett aus Fettsäuren, Verhandl. d. physiolog. Ges in Berlin, Du Bois-Reymonds Archiv, 1883, S. 273.
89. **Ders.**: Zur Lehre von der Resorption, Bildung und Ablageruug der Fette im Tierkörper, Virchows Archiv, Bd. 95, 1884, S. 407—467.
90. **Ders.**: Die Fettbildung aus Kohlehydraten beim Hunde, Virchows Archiv, Bd. 101, 1885, S. 91—134.
91. **Ders.**: Über Bildung, Ansatz und Schwund des Körperfettes, Berliner klinische Wochenschr., 1889, No. 9.
92. **Ders.**: Weiteres zur Lehre von der Spaltung und Resorption der Fette, Verhandl. d. physiolog. Ges. zu Berlin, Du Bois-Reymonds Archiv, 1890, S. 581—582.
93. **Ders.**: Bedingungen für den Ansatz von Fleisch und Fett. Quellen der Fettbildung in Munk - Uffelmanns „Die Ernährung des gesunden und kranken Menschen", 2. Aufl., Wien und Leipzig, 1891, S. 50—55.
94. **Munk** und **Rosenstein**: Über Darmresorption, nach Beobachtungen an einer Lymph- (Chylus-) Fistel beim Menschen, Verhandl. d. physiol. Ges. zu Berlin, Du Bois-Reymonds Archiv, 1890, p. 376—380.
95. **Nägeli, C. v.**, und **Löw, O.**: Über die Fettbildung bei den niederen Pilzen, Journ. f. prakt. Chem. (N. F.), Bd. 21, 1880, S. 97—114.

96. **Payen**: siehe Dumas.

97. **Perewoznikoff**, A.: Zur Frage der Synthese des Fettes, Centralbl. f. d. med. Wiss., 1876, S. 851.

98. **Persoz**, **M.**: Expériences sur l'engrais des oies, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., 1845, T. 14. p. 408—419; Compt. rend. 1844, T. 18, p. 245; 1845, T. 21, p. 20; l'Institut 1844, No. 573, p. 422.

99. **Pettenkofer**, **M. v.**, und **Voit**, **C. v.**: Untersuchungen über die Respiration, Annal. d. Chem. u. Pharm., II. Suppl.-Bd., 1862 u. 1863, S. 52—70.

100. **Dieselben**: Über die Produkte der Respiration des Hundes bei Fleischnahrung und über die Gleichung der Einnahmen und Ausgaben des Körpers dabei, Annal. d. Chem. und Pharm., II. Suppl.-Bd., 1862 u 1863, S. 361—377.

101. **Dieselben**: Über die Zersetzungsvorgänge im Tierkörper bei Fütterung mit Fleisch, Zeitschr. f. Biol., Bd. 7, 1871, S. 489.

102. **Dieselben**: Über die Zersetzungsvorgänge im Tierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Fett, Zeitschr. f. Biol., Bd. 9, 1873, S. 1—40.

103. **Dieselben**: Über die Zersetzungsvorgänge im Tierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Kohlehydraten und Kohlehydraten allein, Zeitschr. f. Biol., Bd. 9, 1873, S. 435—540.

104. **Planta-Reichenau**, **De**: Sur les abeilles et le miel, Bibliothèque universelle de Genève, 1879, p. 344.

105. **Pflüger E.**: Über die synthetischen Prozesse und die Bildungsart des Glykogens im tierischen Organismus, Pflügers Archiv, Bd. 42, 1888, S. 144—154.

106. **Ders.**: Die Quelle der Muskelkraft, vorläufiger Abriss, Pflügers Archiv, Bd. 50, 1891, S. 98—108.

107. **Ders.**: Über die Entstehung von Fett aus Eiweiss im Körper der Tiere, Pflügers Archiv, Bd. 51, 1892, S. 229—317.

108. **Ders.**: Nachschrift zu dem vorhergehenden Aufsatze, betreffend ein neues Grundgesetz der Ernährung und die Quelle der Muskelkraft, Pflügers Archiv, Bd. 51, 1892, S. 317—320.

109. **Ders.**: Über Fleisch- und Fettmästung, Pflügers Archiv, Bd. 52, 1892, S. 1—78.

110. **Ders.**: Die Ernährung mit Kohlehydraten und Fleisch oder auch mit Kohlehydraten allein in 27 von Pettenkofer und Voit ausgeführten Versuchen, Pflügers Archiv, Bd. 52, 1892, S. 239—322.

111. **Quain**: On fatty diseases of the heart, med. chir. Fraksact., 1850, p. 120—196.

112. **Radziejewsky**: Beitrag zur Lehre von der Fettresorption (vorläufige Mitteilung), Centralbl. f. d. med. Wiss., 1866, No. 23, S. 353 bis 354.

113. **Ders.**: Experimentelle Beiträge zur Fettresorption, Virchows Archiv, Bd. 43, S. 268—286.

114. **Ders.**: Zusatz zu den „Experimentellen Beiträgen zur Fettresorption," Virchows Archiv, Bd. 56, 1872, S. 211—219.

115. **Reininghaus**: Ursprung des Milchfettes, Vierteljahresschrift über d. Fortschritte a. d. Gebiete d. Chemie d. Nahrungs- und Genussmittel, Bd. 4, 1889, S. 264.

116. **Ders.**: Dasselbe, diss. inaug., Göttingen, 1889.

117. **Rokitansky**: Lehrbuch der pathologischen Anatomie, I., S. 47, 157, 287. (Fettkörnchen in den Zellen aus Eiweiss entstanden).

118. **Rubner, M.**: Die Vertretungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Tierkörper, Zeitschr. f. Biol., Bd. 19, 1883, S. 313—396.

119. **Ders.**: Über die Fettbildung aus Kohlehydraten im Körper des Fleischfressers, Zeitschr. f. Biol., Bd. 22, 1886, S. 272—280.

120. **Schlossberger, J.**: Die Bildung und Bedeutung des Fetts im tierischen Haushalte, Archiv f. physiolog. Heilkunde, Bd. 3, 1844, S. 326—346.

121. **Schneider, W. v.**: Über Pollen und Wachsbildung, 1. Abhandlung, Annal. d. Chem. und Pharm., Bd. 162, 1872, S. 235—258.

122. **Schrodt**: siehe Weiske, H.

123. **Schultze, B. Sigm.**: De adipis genesi pathologica, Gryphiae, 1852.

124. **Schulze, B.**: Über Fettbildung im Tierkörper, Landwirtsch. Jahrbücher, 1882, Bd. 11, S. 57—95.

125. **Sécretan, Alfred**: Recherches sur la putréfaction de l'albumine et sa transformation en graisse, Inaugural-Dissertation, Bern. Genéve, Ramboz et Schuchardt, 1876.

126. **Sieber, Nadina**: Die angebliche Umwandlung von Eiweiss in Eett beim Reifen des Käses, Journ. f. prakt. Chemie (2), Bd. 21, 1880, S. 203.

127. **Soxhlet**: Versuche über die Fettbildung im Tierkörper, Zeitschr. d. landw. Vereins in Bayern, 1881, Augustheft S. 423—436.

128. **Stohmann**: Über die Ernährungsvorgänge des milchproduzierenden Tieres, Journal f. Landwirtschaft, 2. Folge, 1868, Bd. 3, Heft 2, 3, 4, S. 135—190, 307—333, 420—457; Bd. 4, Heft 1, 2, 3, S. 1—32, 129 bis 176, 340—368.

129. **Ders.**: Über einige Vorgänge der Ernährung des milchproduzierenden Tieres, Zeitschr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen, 1868, No. 6, 7, 8—9 und 10, S. 176, 206, 268, 292.

130. **Strohmer**: siehe Meissl, E.

131. **Ssubotin, M.**: Über den Einfluss der Nahrung auf die quantitative Zusammensetzung der Milch, Centralbl. f. d. med. Wiss., 1866, No. 22; Virchows Archiv, Bd. 36, 1866, S. 561—570.

132. **Subbotin, Victor**: Beiträge zur Physiologie des Fettgewebes, Zeitschr. f. Biol., Bd. 6, 1870, S. 73—94.

133. **Thomson, Rob.**: Über den Einfluss der verschiedenen Futterarten auf die Erzeugung von Milch und Butter, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 61, 1847, S. 228—243.

134. **Toldt**: Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., 1870, S. 445—466.

135. **Tschirwinsky**: Zur Frage über die Fettbildung im tierischen Organismus, Landw. Versuchsstat., Bd. 29, 1883, S. 317—352.

136. **Virchow, R.**: Adipocire, Verhandl. d. physikal. med. Ges. in Würzburg, Bd. 3, 1852, S. 369—370.

137. **Ders.**: Über Entzündung und Ruptur des Musculus rectus abdominis, Würzburger Verhandl., Bd. 7, S. 213—219.

138. **Ders.**: Zur Entwickelungsgeschichte des Krebses, nebst Bemerkungen über Fettbildung im tierischen Körper und pathologische Resorption, Virchows Archiv, Bd. 1, 1847, S. 94—201. (Fettbildung, S. 141 bis 171).

139. **Voit, Carl v.**: Über die Fettbildung im Tierkörper und Mästung, Landw. Versuchsstat., Bd. 8, 1886, S. 23—28.

140. **Ders.**: Über die Fettbildung im Tierkörper, Sitzungsber. d. bayr. Acad. d. Wiss., Bd. 2, 1867, S. 402—406.

141. **Ders.**: Über die Fettbildung im Tierkörper, Zeitschrift f. Biol., Bd. 5, 1869, S. 79—169.

142. **Ders.**: Über die Entwickelung der Lehre von der Quelle der Muskelkraft und einiger Teile der Ernährung seit 25 Jahren, Zeitschr. f. Biol., Bd. 6, 1870, Kap. V, S. 371—388.

143. **Ders.**: Die Fettbildung im Tierkörper, Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. VI, Kap. IV, S. 235—264, 1881.

144. **Ders.**: Über die Ursachen der Fettablagerung im Tierkörper, Rede, München, 1883.

145. **Ders.**: Über die Fettbildung im Tierkörper, Sitzungsber. d. bayr. Acad. d. Wiss., 1885, S. 288—297.

146. **Voit, Carl v.**: siehe Pettenkofer, M. v.

147. **Wachsmut**: Über progressive Muskelatrophie, Zeitschr. f. ration. Med., N. F. Bd. 7, 1855, S. 1—129.

148. **Wagner**: Mitteilung einer einfachen Methode zu Versuchen über die Veränderungen tierischer Gewebe in morphologischer und chemischer Beziehung, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1851, No. 8, S. 97 bis 109; Archiv f. physiolog. Heilkunde, 1851, Jahrgang 10, S. 520 bis 528.

149. **Wattenberg**: siehe Henneberg.

150. **Wetherill**: On adipocire, and its formation, Transact. of the Americ. Philosoph. Society, 1855, 11, S. 1—25; über Leichenwachs, Auszug im Journal f. prakt. Chemie, Bd. 68, S. 26—35.

151. **Weiske, H.**: Zur Fettbildungsfrage, Pflügers Archiv, Bd. 31, S. 618.

152. **Weiske, H.**, und **Wildt, E.**: Untersuchungen über Fettbildung im Tierkörper, Zeitschr. f. Biol., Bd. 10, 1874, S. 1—20.

153. **Weiske, H., Schrodt, M.**, und **Dehmel, B.**: Versuche über den Einfluss des Futters auf Qualität und Quantität des Milchfettes, Journal f. Landw. Bd. 26, 1878, S. 447.

154. **Wildt, E.**: siehe Weiske, H.

155. **Will, Alfred:** Vorläufige Mitteilung über Fettresorption, PFLÜGERS Archiv, Bd. 20, 1879, S. 255—262.

156. **Wolff, E. v.:** Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Neue Beiträge. Berlin, 1879, S. 270.

157. **Wollny, Ewald:** Über Fett- und Fleischbildung im tierischen Organismus, Diss. inaug., Leipzig, 1870, 66 Seiten.

158. **Wundt:** Über das Verhalten der Nerven in entzündeten und degenerierten Organen, diss. inaug., Heidelberg, 1856.

159. **Zuntz, N.:** Gesichtspunkte zum kritischen Studium der neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Ernährung, Landw. Jahrbücher, Bd. 8, 1879, S. 65—117.